

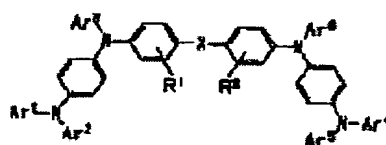
ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND PHENYLENE DIAMINE DERIVATIVE

Patent number: JP2000309566
Publication date: 2000-11-07
Inventor: KAWAMURA HISAYUKI; HOSOKAWA CHISHIO
Applicant: IDEMITSU KOSAN CO
Classification:
 - international: **C07C211/54; C07C211/58; C09K11/06; H05B33/14; C07C217/92; C07C211/00; C09K11/06; H05B33/14; C07C217/00; (IPC1-7): C07C211/58; C07C211/54; C07C217/92; C09K11/06; H05B33/14**
 - european:
Application number: JP19990256280 19990909
Priority number(s): JP19990256280 19990909; JP19980255563 19980909; JP19990047110 19990224

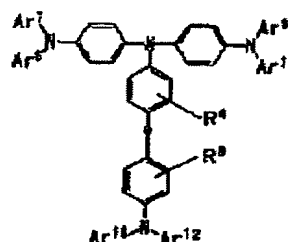
Report a data error here

Abstract of JP2000309566

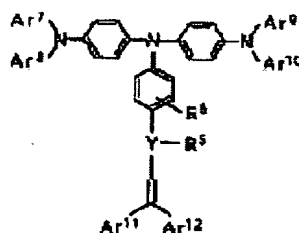
PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the subject element having long life and capable of reducing the driving voltage of an organic EL element by providing a pair of electrodes and an organic luminescent layer containing an electric charge injecting auxiliary and adding a specific phenylenediamine derivative to a hole transporting zone between the above electrodes. **SOLUTION:** This element has a pair of electrodes and an organic layer sandwiched between these electrodes and containing a charge injection auxiliary and contains a phenylenediamine derivative represented by formula I (Ar1 to Ar6 are each H, a 1-6C alkyl or the like; X is a single bond, a 6-24C arylene or the like; R1 and R2 are each a 1-6C alkyl, alkoxy or H), formula II (Ar7 to Ar12 are same as Ar1 to Ar6; Y is same as X; R4 and R5 are same as R1 and R2) or formula III (R5 and R6 are same as R1 and R2) and exhibiting $\geq 10^{-4}$ cm²/V.s hole mobility on using as a layer or a zone in a hole transporting zone provided between the above electrodes. The content of the phenylenediamine derivative is preferably 30-100 mol.%.



I



II



III

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-309566

(P 2 0 0 0 - 3 0 9 5 6 6 A)

(43) 公開日 平成12年11月7日(2000.11.7)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
C07C211/58		C07C211/58	3K007
211/54		211/54	4H006
217/92		217/92	
C09K 11/06	620	C09K 11/06	620
H05B 33/14		H05B 33/14	A
		審査請求 未請求 請求項の数 7	O L (全55頁)

(21) 出願番号 特願平11-256280

(22) 出願日 平成11年9月9日(1999.9.9)

(31) 優先権主張番号 特願平10-255563

(32) 優先日 平成10年9月9日(1998.9.9)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-47110

(32) 優先日 平成11年2月24日(1999.2.24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000183646

出光興産株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目1番1号

(72) 発明者 川村 久幸

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(72) 発明者 細川 地潮

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

(74) 代理人 100079083

弁理士 木下 實三 (外1名)

Fターム(参考) 3K007 AB06 AB11 CA01 CB01 DA01

DB03 EB00

4H006 AA01 AB92 BJ50 BP30 BP60

BU46 BU48

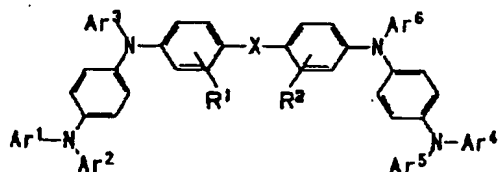
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子およびフェニレンジアミン誘導体

(57) 【要約】

【課題】 有機EL素子の駆動電圧を低減できるとともに、駆動時間の長い有機EL素子を提供する。イオン化ポテンシャルが小さくかつ正孔移動度が大きい材料を提供する。

【解決手段】 一般式 (I)

【化1】



一般式 (I)

(式中、Ar¹~Ar⁶、R¹、R²は、明細書に記載したとおりである。) で表され、層または域として用いたと

きの正孔移動度が $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上のフェニレンジアミン誘導体を用いて有機発光層内の正孔輸送層を構成し、有機発光層に電荷注入補助材を添加する。

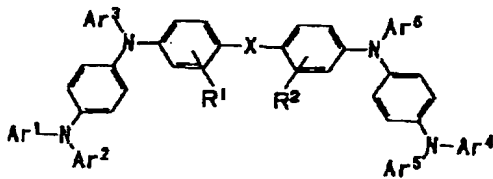
【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の電極と、これらの電極間に挟持された有機発光層とを備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、

前記電極間に設けられた正孔輸送帯域は、下記の一般式(I)、一般式(II)または一般式(II)'で表されるフェニレンジアミン誘導体を含有し、

このフェニレンジアミン誘導体は、層または域として用いたときの正孔F移動度が $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上であるとともに、前記有機発光層は電荷注入補助材を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

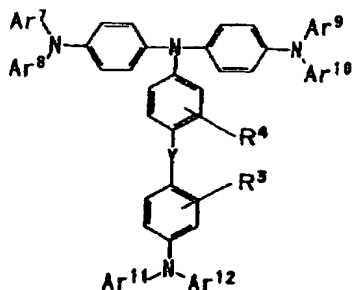
【化1】



一般式(I)

〔Ar¹~Ar⁶は、水素原子、炭素数1~6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6~24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されていてもよい核炭素数6~24のアリール基である。Xは連結基であり、単結合、核炭素数6~24のアリーレン、炭素数1~6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、置換もしくは無置換のビニル結合または芳香族ヘテロ環である。R¹、R²は、炭素数1~6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。〕

【化2】

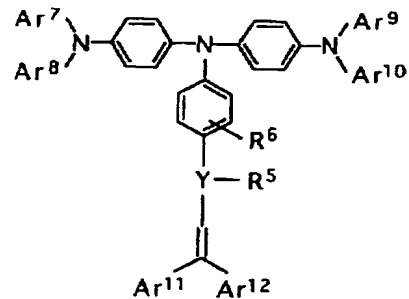


一般式(II)

〔Ar¹~Ar¹¹は、水素原子、炭素数1~6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6~24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されていてもよい

核炭素数6~24のアリール基である。Yは連結基であり、単結合、核炭素数6~24のアリーレン、炭素数1~6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合である。R³、R⁴は、炭素数1~6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。〕

【化3】



一般式(II)'

〔Ar¹~Ar¹¹は、水素原子、炭素数1~6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6~24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されていてもよい核炭素数6~24のアリール基である。Yは連結基であり、単結合、核炭素数6~24のアリーレン、炭素数1~6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合である。R⁵、R⁶は、炭素数1~6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。〕

【請求項2】 請求項1に記載した有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記正孔輸送帯域は、前記一般式(I)、一般式(II)または一般式(II)'で表されるフェニレンジアミン誘導体を含有する正孔注入層を有して構成されていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

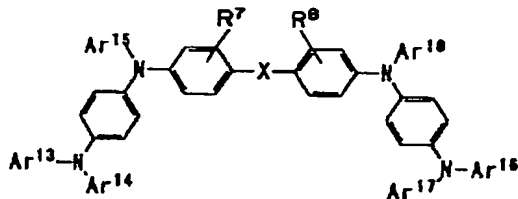
【請求項3】 請求項1に記載した有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記正孔輸送帯域は、前記一般式(I)、一般式(II)または一般式(II)'で表されるフェニレンジアミン誘導体を含有する正孔輸送層を有して構成されていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】 請求項1から請求項3までのいずれかに記載した有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記一般式(I)中のAr¹~Ar⁶、(II)中のAr¹~Ar¹¹、(II)'中のAr¹~Ar¹¹のうち、少なくともひとつが核炭素数10~24の縮合芳香族環であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項5】 一般式(III)

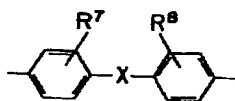
【化 4】



一般式 (III)

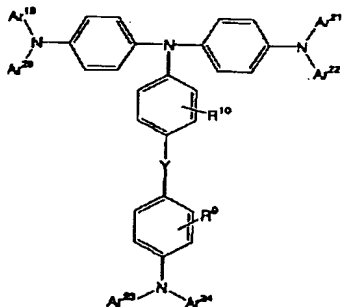
〔Ar¹³～Ar¹⁸は、水素原子、炭素数 1～6 のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数 6～24 のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されていてもよい炭素数 6～24 のアリール基である。X は連結基であり、単結合、核炭素数 6～24 のアリーレン、炭素数 1～6 のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、置換もしくは無置換のビニル結合、芳香族ヘテロ環である。また、R⁷、R⁸は、炭素数 1～6 のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。但し、Ar¹³～Ar¹⁸、X の少なくとも 1 つは、スチリル基含有のアリール基であるか、または、Ar¹⁵、Ar¹⁸および下記化学式 5 で示される基本骨格のいずれかが縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合を含む。〕で表されるフェニレンジアミン誘導体。

【化 5】



【請求項 6】 一般式 (IV)

【化 6】

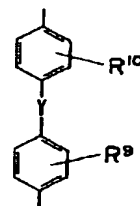


一般式 (IV)

〔Ar¹⁹～Ar²⁴は、水素原子、炭素数 1～6 のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数 6～24 のアリール基、もしくは、スチリル基によって置換されていてもよい核炭素数 6～24 のアリール基である。Y は連結基であり、単結合、核炭素数 6～24 のアリーレン、炭素数 1～6 のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結

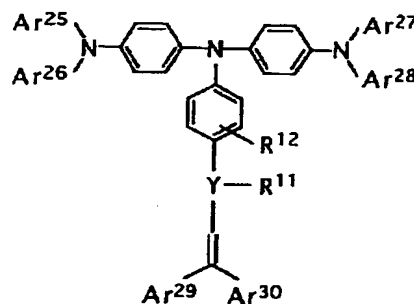
合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合である。また、R⁹、R¹⁰は、炭素数 1～6 のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。但し、Ar¹⁹～Ar²⁴、Y のうち少なくとも 1 つは、スチリル基含有のアリール基であるか、または、下記化学式 7 で示される基本骨格のいずれかが縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、置換または無置換のビニル結合を含む。〕

10 【化 7】



または、一般式 (V)

【化 8】



一般式 (V)

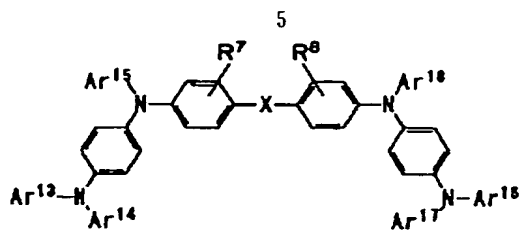
30 〔Ar²⁵～Ar³⁰は、水素原子、炭素数 1～6 のアルキル基、またはアルコキシ基、核炭素数 6～24 のアリール基、もしくは、スチリル基によって置換されていてもよい核炭素数 6～24 のアリール基である。Y は連結基であり、単結合、核炭素数 6～24 のアリーレン、炭素数 1～6 のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、置換もしくは無置換のビニル結合である。また、R¹¹、R¹²は、炭素数 1～6 のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。〕で表されるフェニレンジアミン誘導体。

40

【請求項 7】 一対の電極と、これらの電極間に挟持された有機発光層とを備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、

前記電極間に設けられた正孔輸送帯域は、下記的一般式 (III)、一般式 (IV) または一般式 (V) で表されるフェニレンジアミン誘導体を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

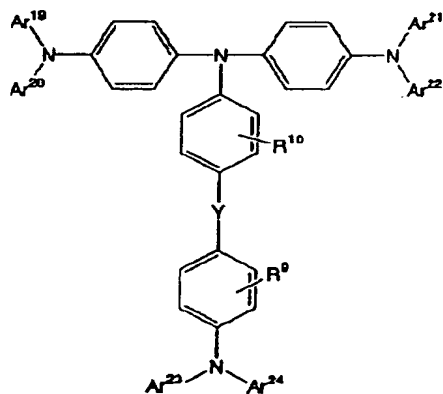
【化 9】



一般式 (III)

〔Ar¹³～Ar¹⁸は、水素原子、炭素数1～6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6～24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されていてもよい炭素数6～24のアリール基である。Xは連結基であり、単結合、核炭素数6～24のアリーレン、炭素数1～6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、置換または無置換のビニル結合、芳香族ヘテロ環である。また、R⁷、R⁸は、炭素数1～6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。但し、Ar¹³～Ar¹⁸、Xの少なくとも1つは、スチリル基含有のアリール基であるか、または、Ar¹⁵、Ar¹⁸および上記化学式5で示される基本骨格のいずれかが縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合を含む。〕

〔化10〕



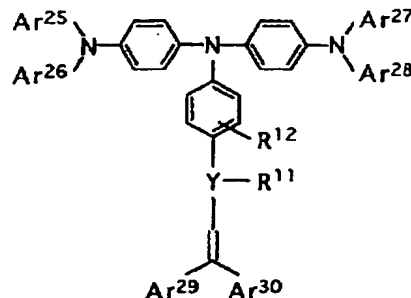
一般式 (IV)

〔Ar¹⁹～Ar²⁴は、水素原子、炭素数1～6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6～24のアリール基、もしくは、スチリル基によって置換されていてもよい核炭素数6～24のアリール基である。Yは連結基であり、単結合、核炭素数6～24のアリーレン、炭素数1～6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合である。また、R⁹、R¹⁰は、炭素数1～6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もし

6

くは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。但し、Ar¹⁹～Ar²⁴、Yのうち少なくとも1つは、スチリル基含有のアリール基であるか、または、上記化学式7で示される基本骨格のいずれかが縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、置換または無置換のビニル結合を含む。〕

〔化11〕



一般式 (V)

〔Ar²⁵～Ar³⁰は、水素原子、炭素数1～6のアルキル基、またはアルコキシ基、核炭素数6～24のアリール基、もしくは、スチリル基によって置換されていてもよい核炭素数6～24のアリール基である。Yは連結基であり、単結合、核炭素数6～24のアリーレン、炭素数1～6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、置換もしくは無置換のビニル結合である。また、R¹¹、R¹²は、炭素数1～6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。〕

〔発明の詳細な説明〕

30 【0001】

〔発明の属する技術分野〕本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子）およびフェニレンジアミン誘導体に関し、詳しくは、一対の電極とこれらの電極間に挟持された有機発光層とを備えた有機EL素子、および、有機EL素子等の材料として用いられるフェニレンジアミン誘導体に関する。

【0002】

〔背景技術〕有機EL素子は完全固体素子であり、軽量・薄型、低電圧駆動のディスプレイや照明を作製することができる為に、現在盛んに研究が行われている。この有機EL素子をディスプレイに応用する時の課題として、駆動電圧の低電圧化がある。例えば、特開平4-308688号公報に開示されているような芳香族アミンの dendritic 構造を正孔注入材料に用いることにより、駆動電圧の低電圧化が進められている。この化合物はフェニレンジアミン骨格を有するためイオン化ポテンシャルが5.2 eVと小さく、駆動電圧を低減する効果があった。

【0003】

〔発明が解決しようとする課題〕しかしながら、フェニ

レンジアミン骨格を有する化合物は、正孔移動度が $3 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以下と小さく、そのため高電流注入域での駆動電圧の低減はまだ不十分であった。また、特開平9-301934号公報に開示の高分子量芳香族アミン化合物もイオン化ポテンシャルは5.2 eVと小さいが、正孔移動度が十分でないという問題があった。これは、不純物が混入して正孔移動度が低下しているためであると予想される。すなわち、特開平9-301934号公報に記載された化合物の蛍光スペクトル(図1)では、本来あるはずのない500 nm以上の最大蛍光波長を有する発光成分が観測されている。このことは、不純物が混入していることを示している。また、わずか76時間の駆動で2.7 Vもの電圧上昇が生じており、低電圧化の障害となっていた。このため、同公報に開示されている素子は、不純物のため正孔移動度が低下し、駆動電圧が上昇していると考えられる。さらに、緑色の蛍光成分を有しているため、青色発光素子の正孔輸送帯域にこれらの化合物を用いると、緑色の発光成分が混入して青色発光を得ることができなかった。ところで、国際特許公報WO98/30071(1998年7月9日公開)号公報には、本願発明と類似の化合物を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子が開示されているが、電荷注入補助材を含有する発光層と組み合わせたときに、特に低電圧となる効果は開示されていない。

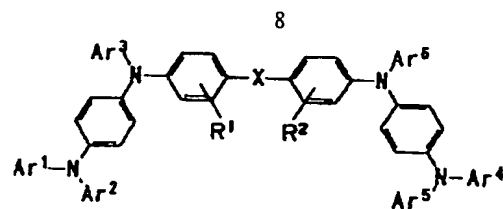
【0004】本発明の目的は、有機EL素子の駆動電圧を低減できる寿命の長い有機EL素子を提供することにある。本発明の他の目的は、イオン化ポテンシャルが小さく、かつ、層または域として使用した際に正孔移動度が大きい材料を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、一対の電極と、これらの電極間に挟持された有機発光層とを備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、前記電極間に設けられた正孔輸送帯域は、下記の一般式(I)、一般式(II)または一般式(II)'で表されるフェニレンジアミン誘導体を含有し、このフェニレンジアミン誘導体は、層または域として用いたときの正孔移動度が $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上であるとともに、前記有機発光層は電荷注入補助材を含有していることを特徴とする。

【0006】

【化12】

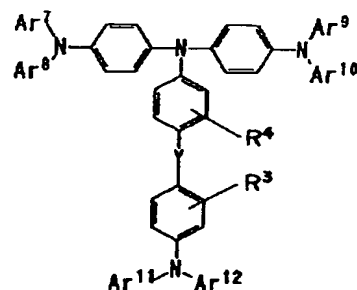


一般式 (I)

【0007】[Ar¹~Ar⁶は、水素原子、炭素数1~6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6~24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されていてもよい核炭素数6~24のアリール基である。Xは連結基であり、単結合、核炭素数6~24のアリーレン、炭素数1~6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、置換もしくは無置換のビニル結合または芳香族ヘテロ環である。R¹、R²は、炭素数1~6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。]

【0008】

【化13】

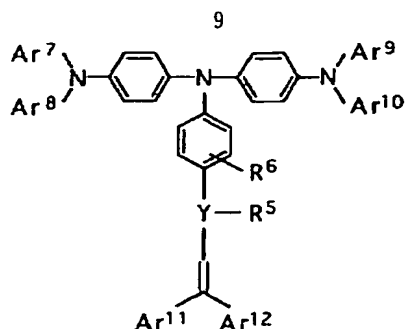


一般式 (II)

【0009】[Ar¹~Ar¹²は、水素原子、炭素数1~6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6~24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されていてもよい核炭素数6~24のアリール基である。Yは連結基であり、単結合、核炭素数6~24のアリーレン、炭素数1~6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合である。R¹、R²は、炭素数1~6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。]

【0010】

【化14】



一般式 (II)'

【0011】 $[Ar^1 \sim Ar^{11}]$ は、水素原子、炭素数1～6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6～24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されている核炭素数6～24のアリール基である。Yは連結基であり、単結合、核炭素数6～24のアリーレン、炭素数1～6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合である。R⁵、R⁶は、炭素数1～6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。]

【0012】ここで、正孔輸送帯域とは、有機EL素子において、陽極から注入された正孔を輸送する機能を持った領域のことである。正孔を輸送する機能とは $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に少なくとも $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上の正孔移動度を有することである。具体的な正孔輸送帯域としては、例えば、正孔注入層、正孔輸送層等を挙げることができ、発光層が含まれる場合もある。本発明において、一般式 (I)、(II) および (I) ' で表される化合物は、フェニレンジアミン構造を有して、イオン化ポテンシャルが小さく、その上、X、Yで示される中心骨格により優れた正孔移動度を確保できる。本発明では、この正孔注入・輸送材料として好適なフェニレンジアミン誘導体が正孔輸送帯域に含まれているので、有機EL素子の駆動電圧を低減できるとともに、連続駆動による駆動電圧の上昇を抑制できる。

【0013】さらに、本発明において、電荷注入補助材を含有する発光層を用いることが必須である。ここで、電荷注入補助材とは、発光層を形成する主材料のイオン化エネルギーよりも小さいイオン化エネルギーを保有する化合物であり、好ましくは、0.1wt%～20wt%添加することにより発光層への正孔注入を補助する材料のことである。この電荷注入補助材を添加することにより、本発明の有機EL素子は、駆動電圧を低減できるとともに、この駆動電圧を安定化することができるようになった。前述したフェニレンジアミンの使用と発光層への電荷注入補助材の添加により、従来では得られなかったような効果を発現できる。このような電荷注入補助材としては、スチリルアミン誘導体、ジスチリルアリー

10

レン誘導体、トリスチリルアリーレン誘導体、ジアミン誘導体などの化合物を用いることができ、特に、5.0～5.6 eVのイオン化エネルギーを保有する化合物が好ましい。なお、電荷注入補助材は発光層で生じる正孔と電子の再結合に应答して光を放出してもよいし、光を放出せずに電荷注入の補助作用のみの効果を発現してもよい。

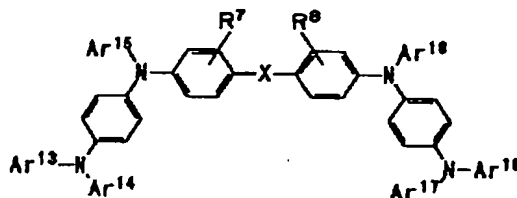
【0014】また、前述した正孔輸送帯域は、前記一般式 (I)、一般式 (II) または一般式 (II) ' で表されるフェニレンジアミン誘導体を含有する正孔注入層を有して構成されていることが望ましい。或いは、正孔輸送帯域は、前記一般式 (I)、一般式 (II) または一般式 (II) ' で表されるフェニレンジアミン誘導体を含有する正孔輸送層を有して構成されていてもよい。

【0015】以上において、前記一般式 (I) 中の $Ar^1 \sim Ar^4$ のうち、少なくともひとつが核炭素数10～24の縮合芳香族環であることが望ましい。これによると、低電圧駆動できる上に素子の長寿命化を図ることができる。

【0016】一方、本発明の化合物は、下記の一般式 (III)

【0017】

【化15】

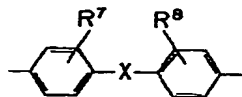


一般式 (III)

【0018】 $[Ar^{11} \sim Ar^{18}]$ は、水素原子、炭素数1～6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6～24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されている核炭素数6～24のアリール基である。Xは連結基であり、単結合、核炭素数6～24のアリーレン、炭素数1～6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、置換または無置換のビニル結合、芳香族ヘテロ環である。R⁷、R⁸は、炭素数1～6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。但し、 $Ar^{11} \sim Ar^{18}$ 、Xの少なくとも1つは、スチリル基含有のアリール基であるか、または、 Ar^{15} 、 Ar^{16} および下記化学式16で示される基本骨格のいずれかが縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合を含む) で表されるフェニレンジアミン誘導体である。

【0019】

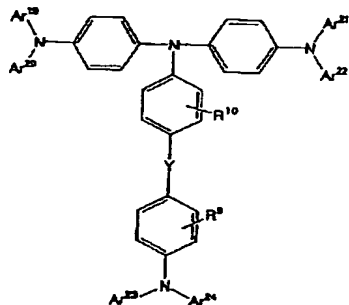
【化16】



【0020】また、本発明の化合物は、一般式 (IV)

【0021】

【化17】

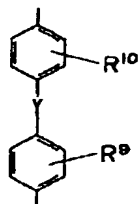


一般式 (IV)

【0022】 $[Ar^{11} \sim Ar^{14}]$ は、水素原子、炭素数1～6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6～24のアリール基、もしくは、スチリル基によって置換されていてもよい核炭素数6～24のアリール基である。Yは連結基であり、単結合、核炭素数6～24のアリーレン、炭素数1～6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合である。R⁹、R¹⁰は、炭素数1～6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。但し、 $Ar^{11} \sim Ar^{14}$ 、Yのうち少なくとも1つは、スチリル基含有のアリール基であるか、または、下記化学式18で示される基本骨格のいずれかが縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、置換または無置換のビニル結合を含む。)で表されるフェニレンジアミン誘導体である。

【0023】

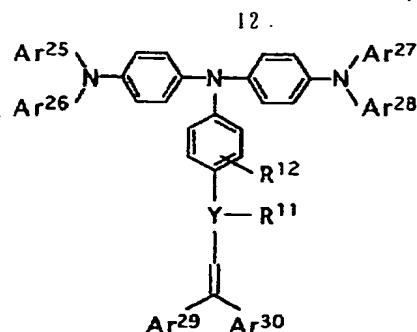
【化18】



【0024】もしくは、本発明の化合物は、一般式 (V)

【0025】

【化19】



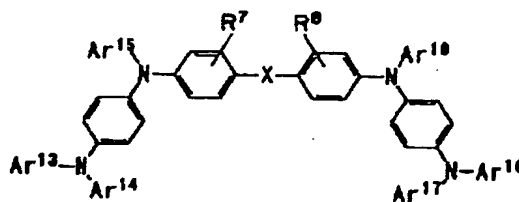
一般式 (V)

【0026】 $[Ar^{11} \sim Ar^{14}]$ は、水素原子、炭素数1～6のアルキル基、またはアルコキシ基、核炭素数6～24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されていてもよい核炭素数6～24のアリール基である。Yは連結基であり、単結合、核炭素数6～24のアリーレン、炭素数1～6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、置換もしくは無置換のビニル結合である。また、R¹¹、R¹²は、炭素数1～6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。)で表されるフェニレンジアミン誘導体である。

【0027】さらに、本発明は、一対の電極と、これらの電極間に挟持された有機発光層とを備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、電極間に設けられた正孔輸送帯域は、下記の一般式 (III)、一般式 (IV) または一般式 (V) で表されるフェニレンジアミン誘導体を含有することを特徴とする。

【0028】

【化20】



一般式 (III)

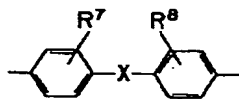
【0029】 $[Ar^{11} \sim Ar^{14}]$ は、水素原子、炭素数1～6のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数6～24のアリール基、もしくはスチリル基によって置換されていてもよい炭素数6～24のアリール基である。Xは連結基であり、単結合、核炭素数6～24のアリーレン、炭素数1～6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、置換または無置換のビニル結合、芳香族ヘテロ環である。また、R⁷、R⁸は、炭素数1～6のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もし

13

くは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。但し、 $Ar^{13} \sim Ar^{14}$ 、 X の少なくとも1つは、スチリル基含有のアリール基であるか、または、 Ar^{13} 、 Ar^{14} および下記化学式 21 で示される基本骨格のいずれかが縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合を含む。]

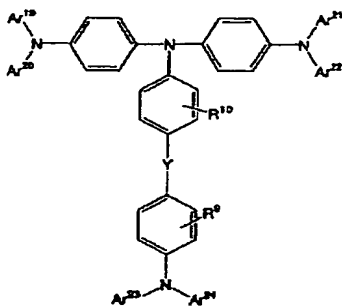
【0030】

【化 21】



【0031】

【化 22】

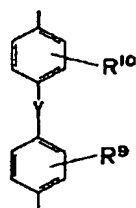


一般式 (IV)

【0032】 $[Ar^{13} \sim Ar^{14}]$ は、水素原子、炭素数 1～6 のアルキル基またはアルコキシ基、核炭素数 6～24 のアリール基、もしくは、スチリル基によって置換されていてもよい核炭素数 6～24 のアリール基である。 Y は連結基であり、単結合、核炭素数 6～24 のアリーレン、炭素数 1～6 のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合である。また、 R^9 、 R^{10} は、炭素数 1～6 のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。但し、 $Ar^{13} \sim Ar^{14}$ 、 Y のうち少なくとも1つは、スチリル基含有のアリール基であるか、または、下記化学式 23 で示される基本骨格のいずれかが縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、置換または無置換のビニル結合を含む。]

【0033】

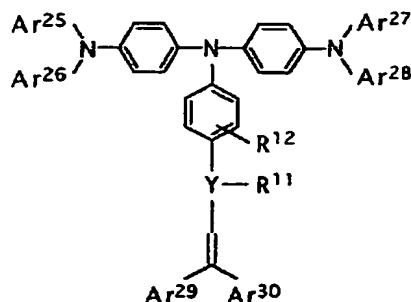
【化 23】



【0034】

14

【化 24】



一般式 (V)

【0035】 $[Ar^{13} \sim Ar^{14}]$ は、水素原子、炭素数 1～6 のアルキル基、またはアルコキシ基、核炭素数 6～24 のアリール基、もしくは、スチリル基によって置換されていてもよい核炭素数 6～24 のアリール基である。 Y は連結基であり、単結合、核炭素数 6～24 のアリーレン、炭素数 1～6 のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、置換もしくは無置換のビニル結合である。また、 R^{11} 、 R^{12} は、炭素数 1～6 のアルキル基、もしくはアルコキシ基、または水素原子であって、互いに結合して置換もしくは無置換の五員環または六員環を形成してもよい。]

【0036】

【発明の実施の形態】〔有機EL素子〕

(A) フェニレンジアミン誘導体

本発明の有機EL素子に用いられるフェニレンジアミン誘導体は、一般式 (I) (II) および (II)' で表される化合物である。一般式 (I) 、(II) および (II)' において、核炭素数 6～24 のアリール基の例としては、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、アントラニル基、ターフェニル基、ピレニル基等が挙げられる。特に、フェニル基、ナフチル基が好適である。炭素数 1～6 のアルキル基の例としては、メチル、エチル、 n -プロピル、 i -プロピル、 n -ブチル、 s -ブチル、 t -ブチル、 n -ペンチル、 n -ヘキシル等が挙げられる。また炭素数 1～6 のアルコキシ基の例として、メトキシ、エトキシ、 n -プロピルオキシ、 i -プロピルオキシ、 n -ブトキシ、 s -ブトキシ、 t -ブトキシ、 n -ペンチルオキシ、 n -ヘキシルオキシ基等が挙げられる。スチリル基としては、1-フェニルビニル-1-イル、2-フェニルビニル-1-イル、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル、2-フェニル-2- (ナフチル-1-イル) ビニル-1-イル、2, 2-ビス (ジフェニル-1-イル) ビニル-1-イル基などが挙げられる。特に、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル基が好適である。

【0037】また、一般式 (I) における X 、一般式 (I) における Y および一般式 (II)' における Y はそれ

ぞれ連結基であり、単結合、核炭素数 6 ~ 24 のアリーレン、炭素数 1 ~ 6 のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、置換もしくは無置換のビニル結合または、芳香族ヘテロ環である。核炭素数 6 ~ 24 のアリーレンの例としては、フェニレン、ビフェニレン、ナフチレン、アントラニレン、ターフェニルレン、ピレニレン等が挙げられる。炭素数 1 ~ 6 のアルキレンとしては、メチレン、イソプロピレン、シクロプロピレン、シクロヘキシレン、シクロペンタレン等が挙げられる。ジフェニルメチレンは、前述の炭素数 1 ~ 6 のアルキルまたはアルコキシ基で置換されていてもよい。芳香族ヘテロ環の例としては、ピロール、フラン、チオフェン、シロール、トリアジン、オキサジアゾール、トリアゾール、オキサゾール、キノリン、キノキサリン、ピリミジン等である。

【0038】一般式 (I) の化合物は、 $Ar^1 \sim Ar^4$ のうち少なくともひとつが核炭素数 10 ~ 24 の縮合芳香族環またはスチリル基に置換されたフェニル基であることが好ましい。そのような縮合芳香族環としては、ナフチル、アントラニル、ピレニル、フェナンスリル基が挙げられるが、特に好適なのはナフチル基である。スチリル基としては、1-フェニルビニル-1-イル、2-フェニルビニル-1-イル、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル、2-フェニル-2- (ナフチル-1-イル) ビニル-1-イル、2, 2-ビス (ジフェニル-1-イル) ビニル-1-イル基などが挙げられる。特に 2, 2-ジフェニルビニル-1-イル基が好適である。 R^1 、 R^2 として、好ましいアルキル基の例としては、メチルエチル、i-プロピル、t-ブチル等であり、好ましいアルコキシ基の例としては、メトキシ、エトキシ、i-プロポキシ、t-ブトキシ等である。また、X が単結合であるときは、 R^1 、 R^2 が結合し、置換または無置換のフルオレンからなる 2 価の基も好ましい。

【0039】また、一般式 (II) 中の、 $Ar^1 \sim Ar^{1'}$ のうち少なくともひとつは、核炭素数 10 ~ 24 のスチリル基で置換されたアリール基であるか、 $Ar^1 \sim Ar^{1'}$ 、Y のいずれかが核炭素数 10 ~ 24 の縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル基である。そのような縮合芳香族環の例としては、ナフチル、アントラニル、ピレニル、フェナンスリル基が挙げられるが、特に好適なのはナフチル基である。スチリル基としては、1-フェニルビニル-1-イル、2-フェニルビニル-1-イル、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル、2-フェニル-2- (ナフチル-1-イル) ビニル-1-イル、2, 2-ビス (ジフェニル-1-イル) ビニル-1-イル基などが挙げられる。特に 2, 2-ジフェニルビニル-1-イル基が好適である。芳香族ヘテロ環としては、ピロール、フラン、チオフェン、シロール、トリアジン、オキサジアゾール、トリアゾール、オキサゾール、キノキサリン、ピリミジンなど

である。

【0040】 R^1 、 R^2 として、好ましいアルキル基の例としては、メチルエチル、i-プロピル、t-ブチル等であり、好ましいアルコキシ基の例としては、メトキシ、エトキシ、i-プロポキシ、t-ブトキシ等である。また、Y が単結合であるときは、 R^1 、 R^2 が結合し、置換または無置換のフルオレンからなる 2 価の基も好ましい。

【0041】また、一般式 (II) ' 中の、 $Ar^1 \sim Ar^{1'}$ のうち少なくともひとつは、核炭素数 10 ~ 24 のスチリル基で置換されたアリール基であるか、 $Ar^1 \sim Ar^{1'}$ 、Y のいずれかが核炭素数 10 ~ 24 の縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル基である。そのような縮合芳香族環の例としては、ナフチル、アントラニル、ピレニル、フェナンスリル基が挙げられるが、特に好適なのはナフチル基である。スチリル基としては、1-フェニルビニル-1-イル、2-フェニルビニル-1-イル、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル、2-フェニル-2- (ナフチル-1-イル) ビニル-1-イル、2, 2-ビス (ジフェニル-1-イル) ビニル-1-イル基などが挙げられる。特に 2, 2-ジフェニルビニル-1-イル基が好適である。芳香族ヘテロ環としては、ピロール、フラン、チオフェン、シロール、トリアジン、オキサジアゾール、トリアゾール、オキサゾール、キノキサリン、ピリミジンなどである。 R^3 、 R^4 として、好ましいアルキル基の例としては、メチルエチル、i-プロピル、t-ブチル等であり、好ましいアルコキシ基の例としては、メトキシ、エトキシ、i-プロポキシ、t-ブトキシ等である。また、Y が単結合であるときは、 R^3 、 R^4 が結合し、置換または無置換のフルオレンからなる 2 価の基も好ましい。

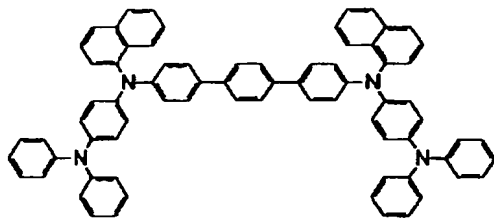
【0042】このような本発明の化合物は、素子の正孔輸送帯域に含有されるため、 $10^4 \sim 10^6$ V/cm の電界印加時に 10^{-4} cm²/V・s 以上の正孔移動度を有するものとされている。

【0043】そして、前記一般式 (I) で表されるフェニレンジアミン誘導体の具体例としては、以下の化学式 [PD-01] ~ [PD-59]、[STBA-1] で表される化合物が挙げられる。なお、本発明は、これらに限定されるものではない。

【0044】

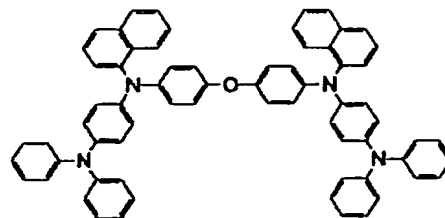
【化 25】

17

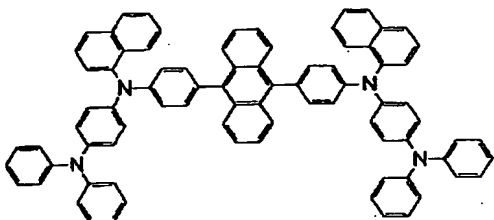


PD-01

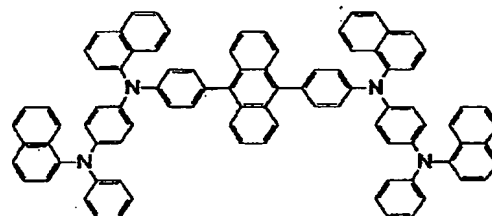
18



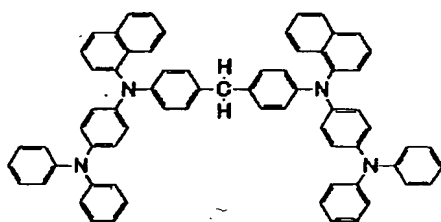
PD-04



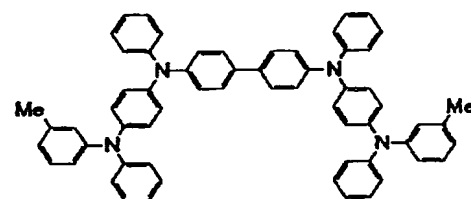
PD-02



PD-05



PD-03



STBA-1

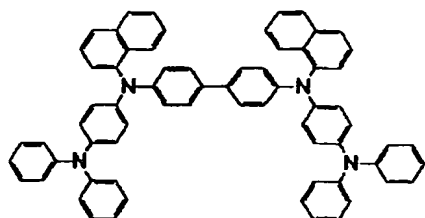
【0045】

【化26】

【0046】

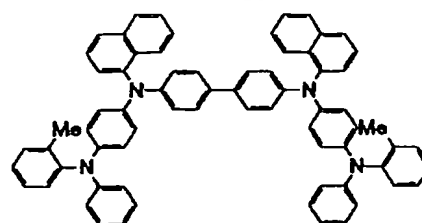
30 【化27】

19

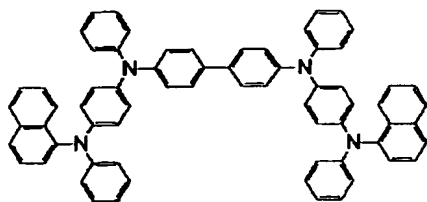


PD-06

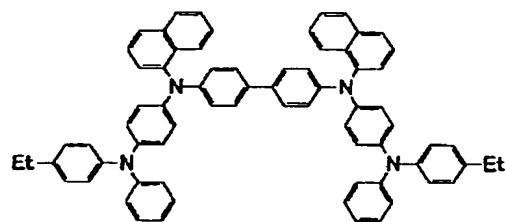
20



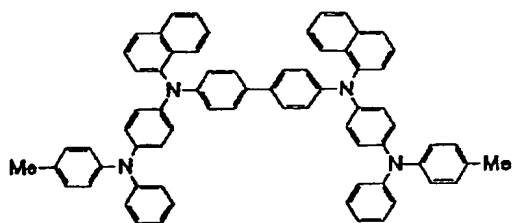
PD-09



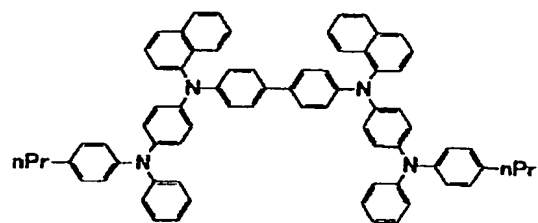
PD-07



PD-10



PD-08



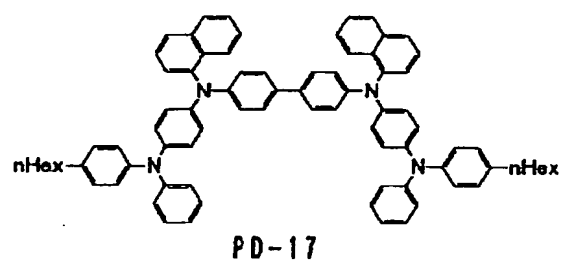
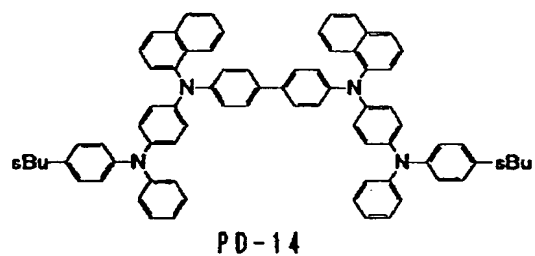
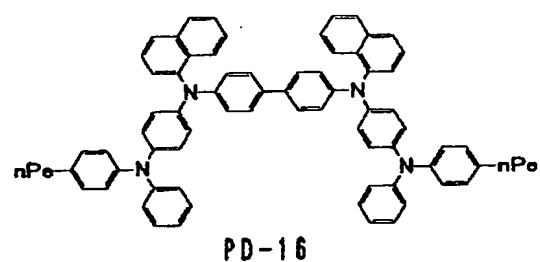
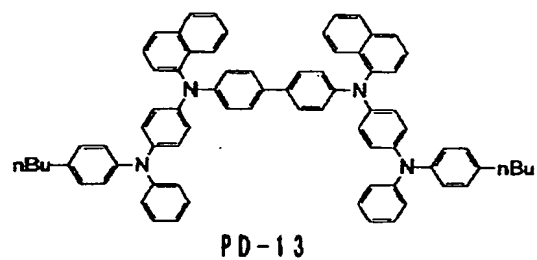
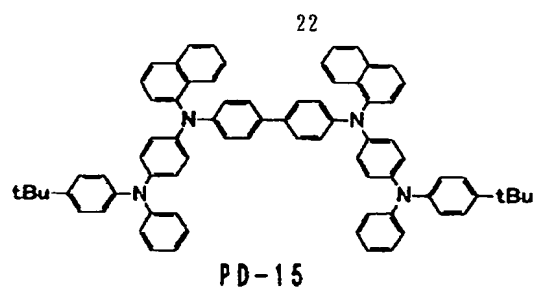
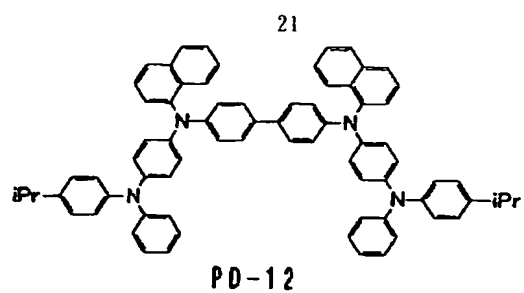
PD-11

【 0 0 4 7 】

【 化 2 8 】

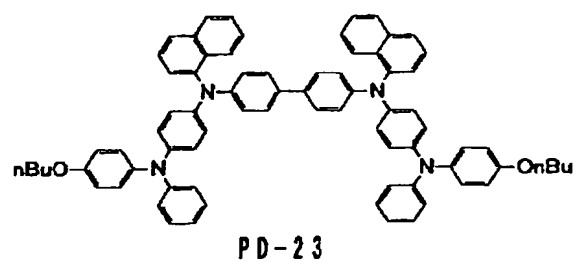
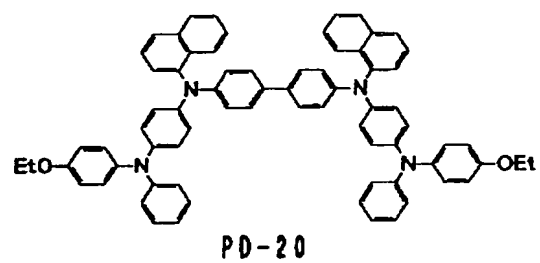
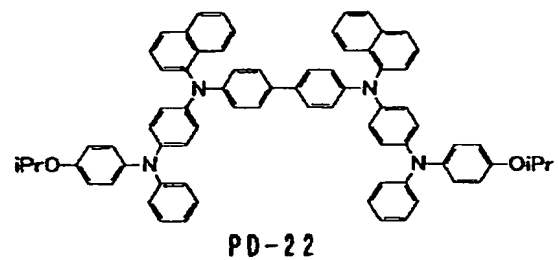
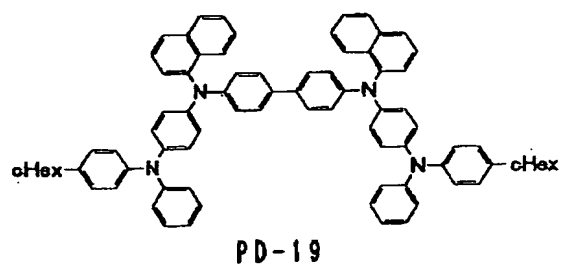
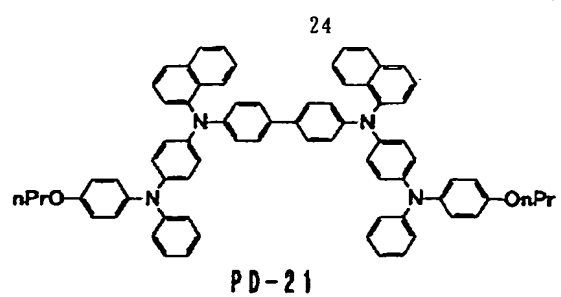
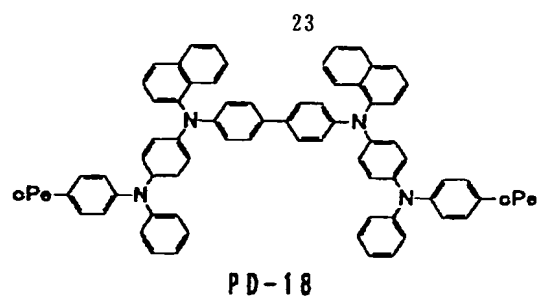
【 0 0 4 8 】

30 【 化 2 9 】



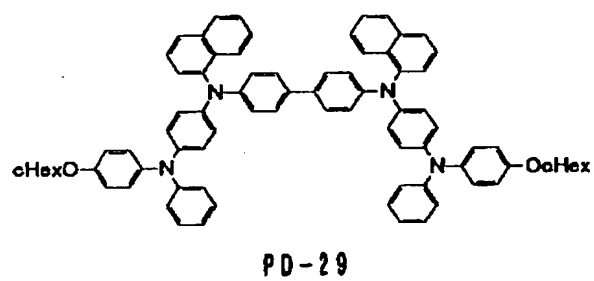
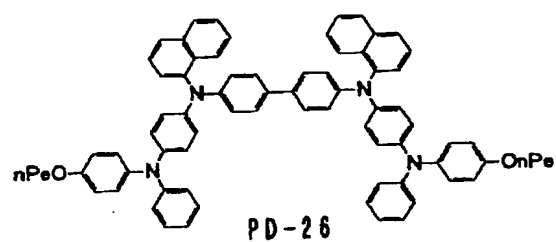
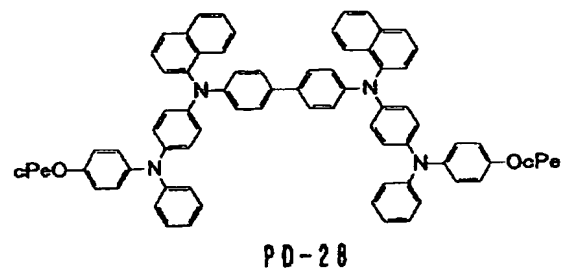
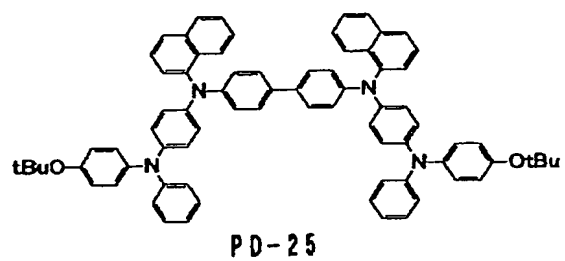
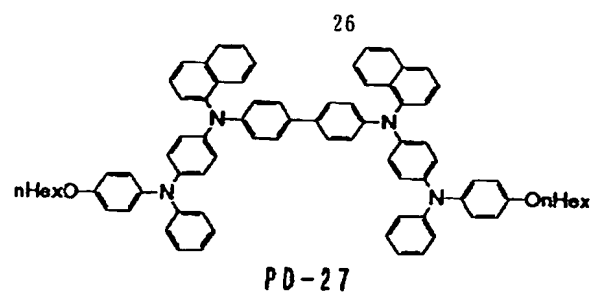
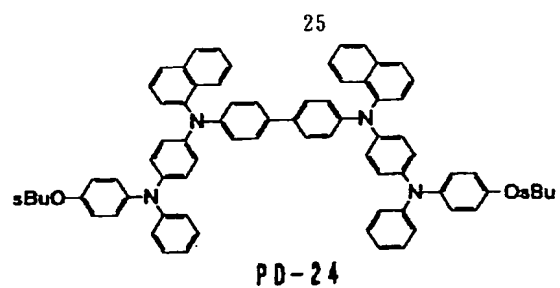
[0049]
[化30]

30 [0050]
[化31]



[0051]
[化32]

30 [0052]
[化33]

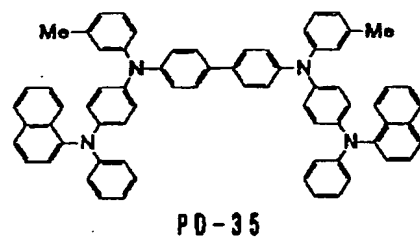
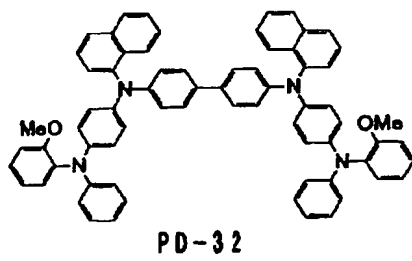
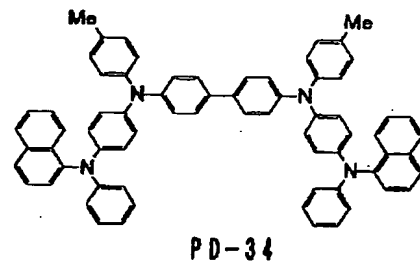
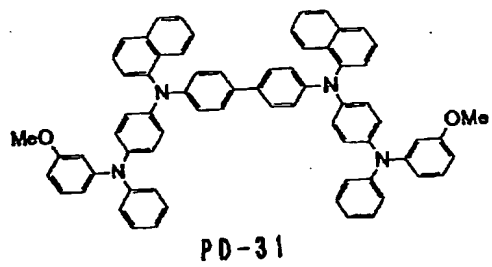
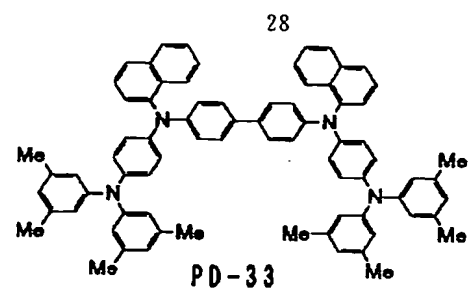
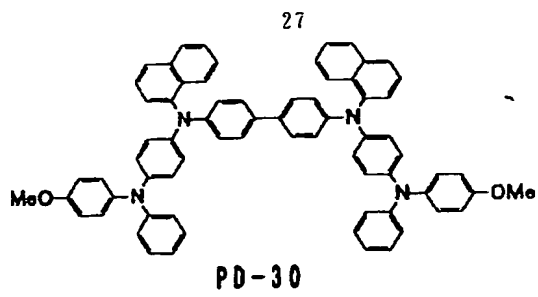


【 0 0 5 3 】

【 化 3 4 】

【 0 0 5 4 】

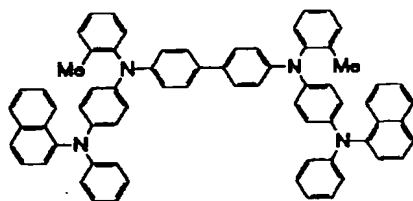
【 化 3 5 】



[0055]
[化36]

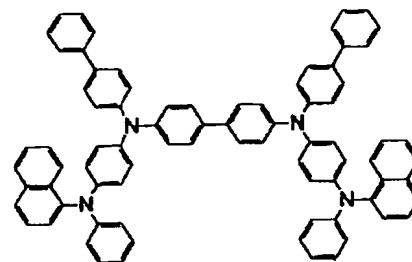
[0056]
[化37]

29

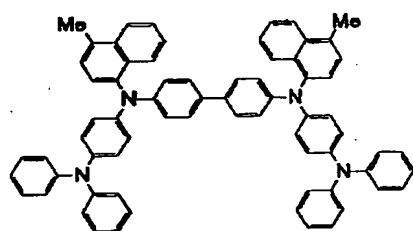


PD-36

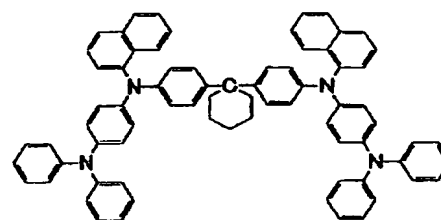
30



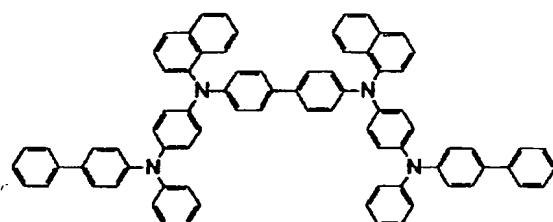
PD-39



PD-37



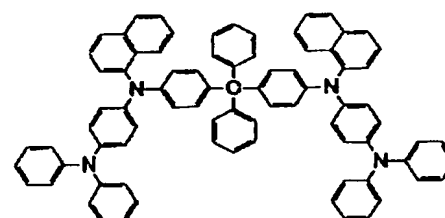
PD-40



PD-38

【0057】

【化38】

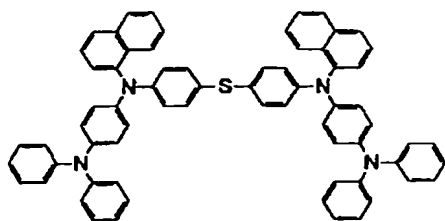


PD-41

【0058】

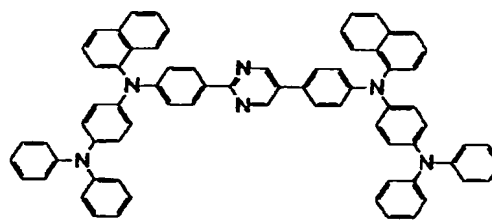
【化39】

31

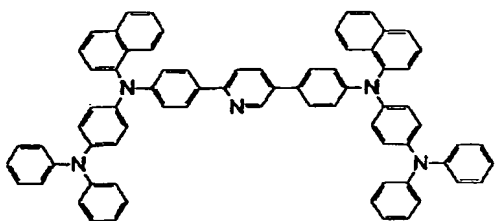


PD-42

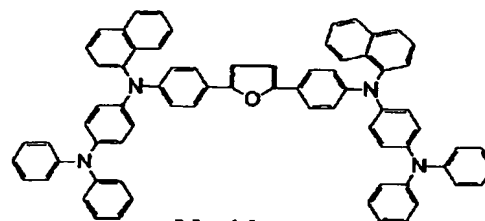
32



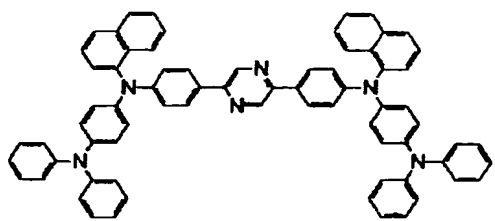
PD-45



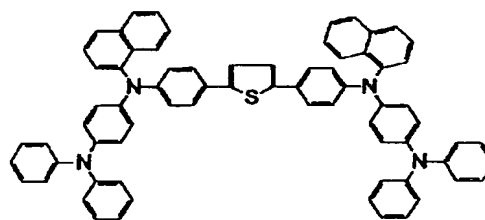
PD-43



PD-46



PD-44



PD-47

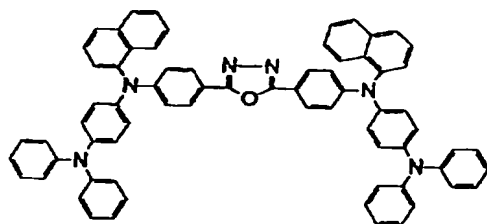
【 0 0 5 9 】

【 化 4 0 】

【 0 0 6 0 】

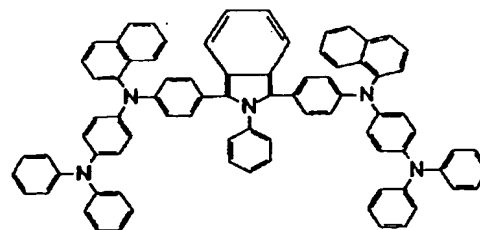
【 化 4 1 】

33

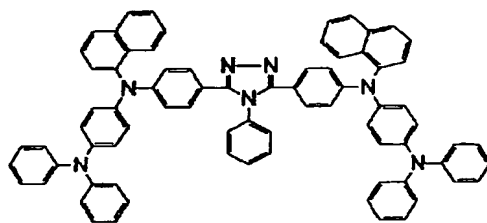


PD-48

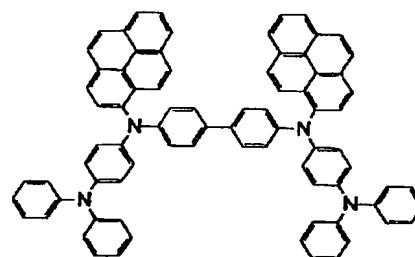
34



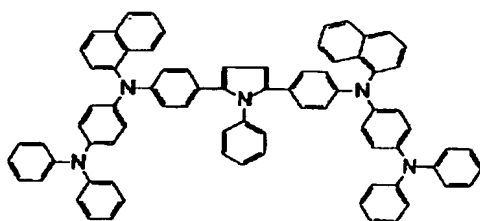
PD-51



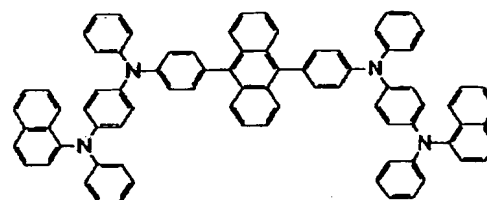
PD-49



PD-52



PD-50



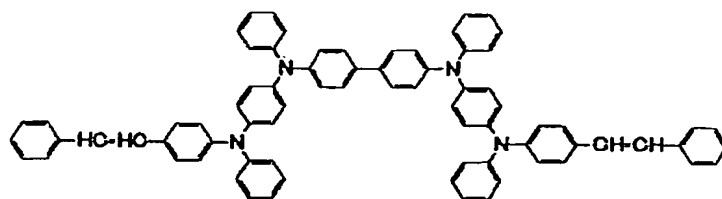
PD-53

【0061】

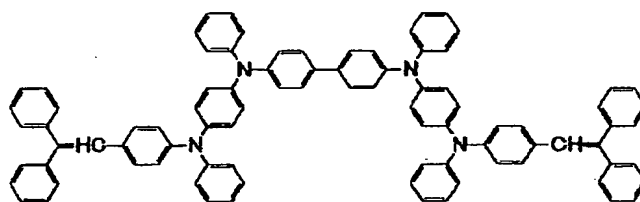
【化42】

【0062】

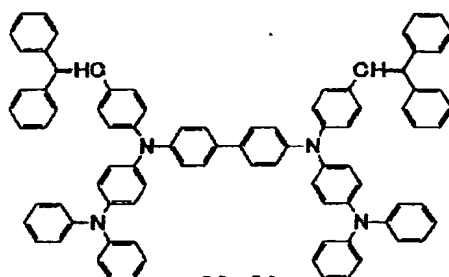
【化43】



PD-54



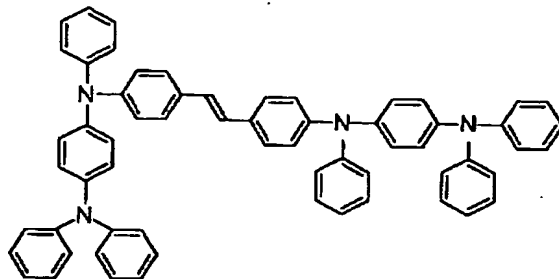
PD-55



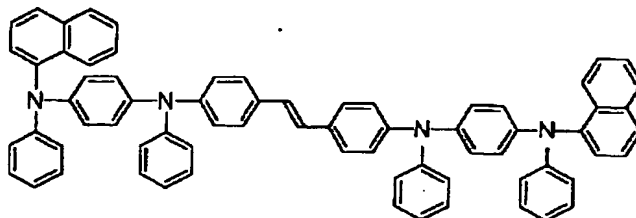
PD-56

[0 0 6 3]

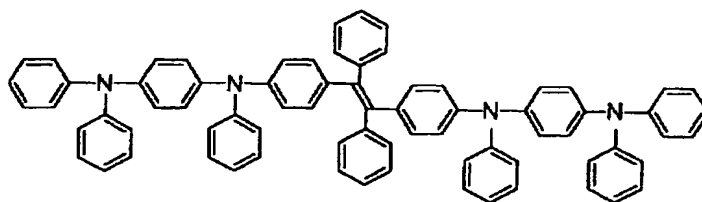
[化 4 4]



PD-57



PD-58

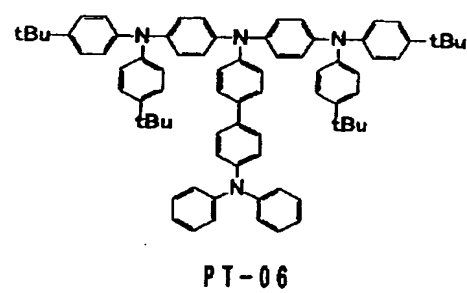
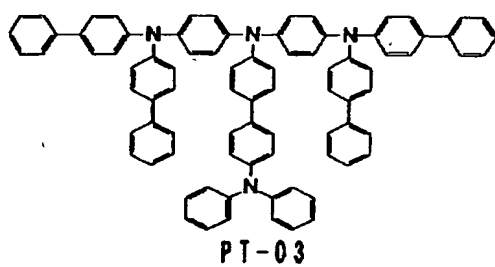
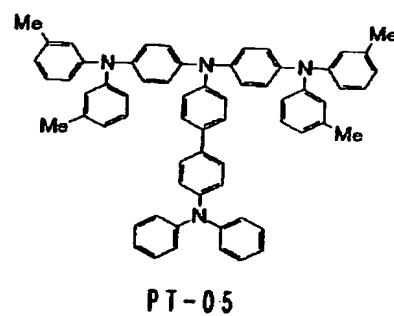
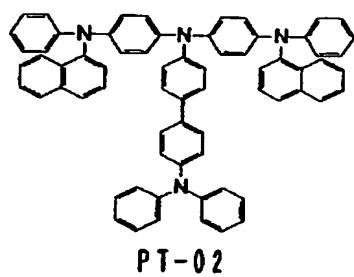
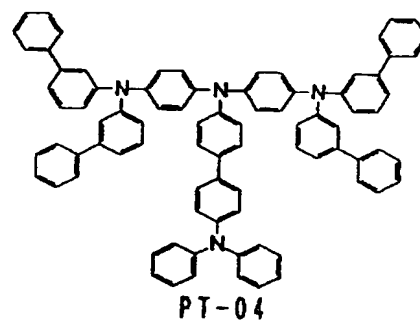
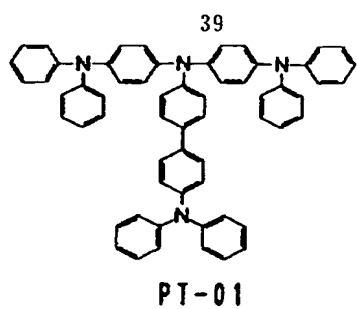


PD-59

【0064】そして、前記一般式(II)で表されるフェニレンジアミン誘導体の具体例としては、以下の化学式
 {PT-01} ~ {PT-31} で表される化合物が挙げられる。なお、本発明は、これらに限定されるものではない。

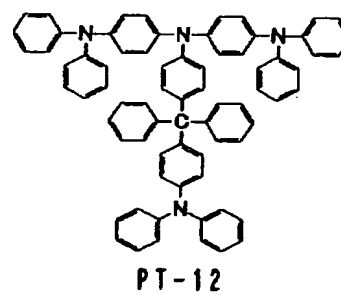
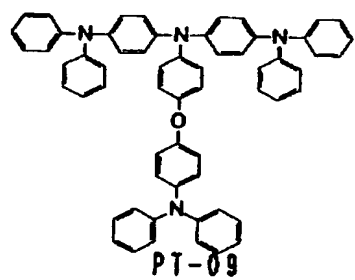
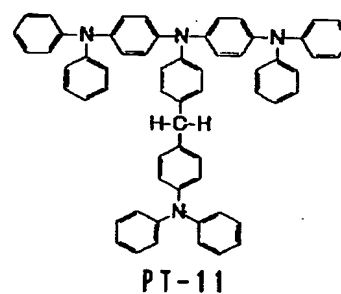
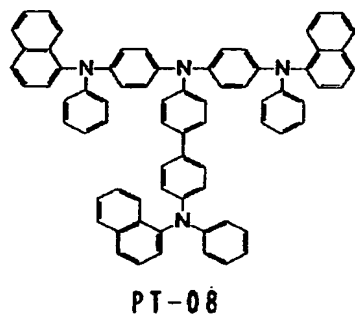
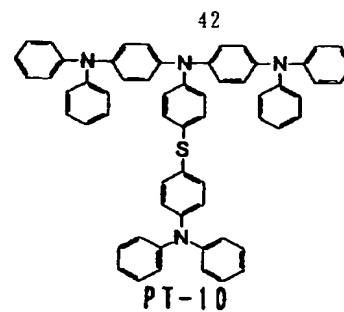
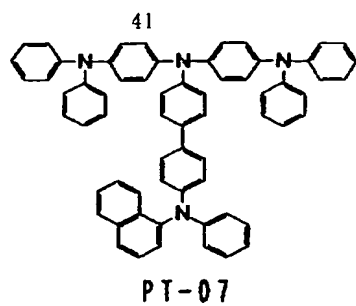
【0065】

【化45】



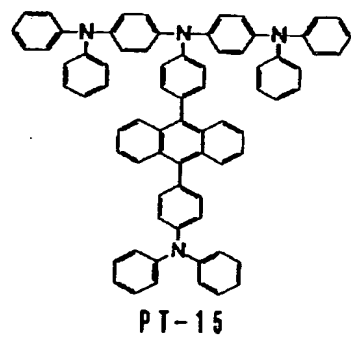
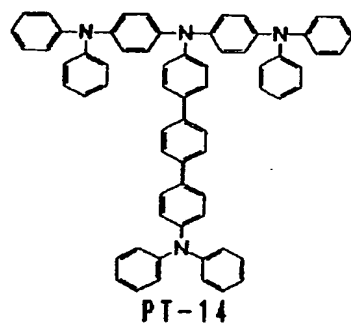
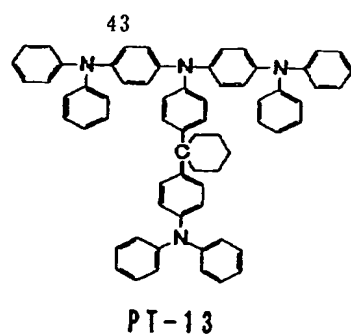
[0066]
[化46]

[0067]
[化47]

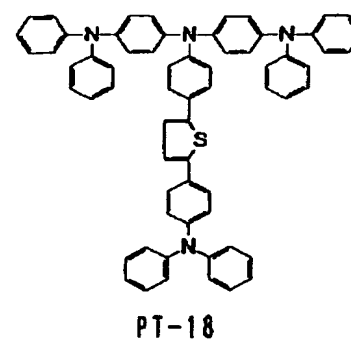
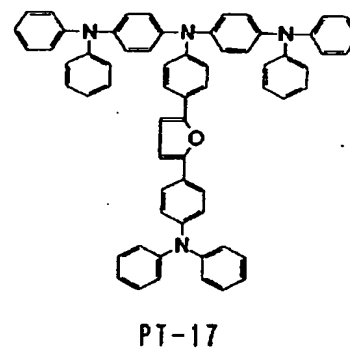
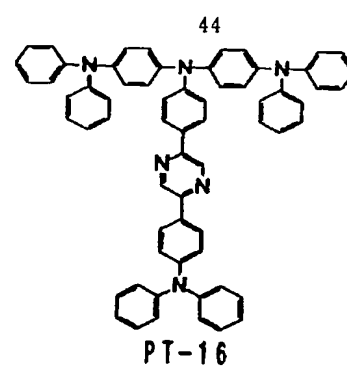


【0068】
【化48】

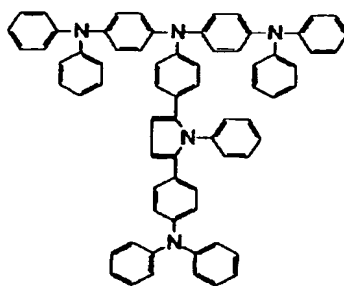
【0069】
【化49】



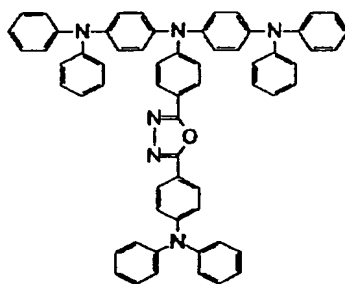
[0070]
[化50]



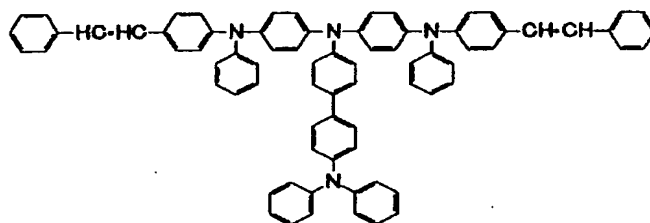
[0071]
[化51]



PT-19



PT-20

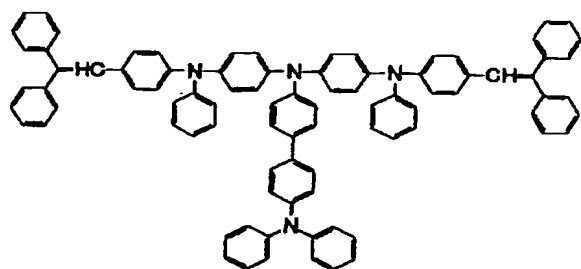


PT-21

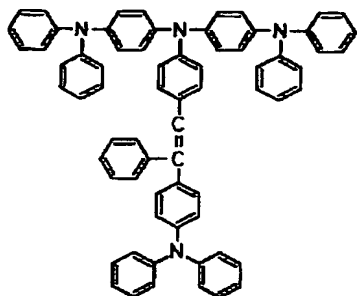
【 0 0 7 2 】

【 化 5 2 】

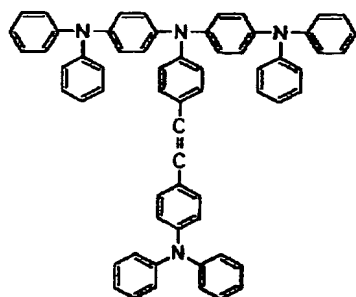
47



PT-22



PT-23

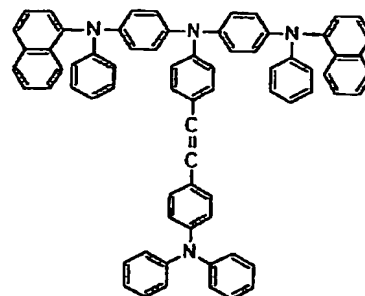


PT-24

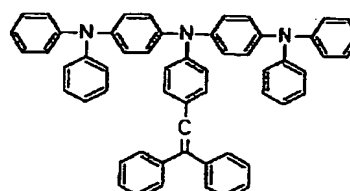
【 0 0 7 3 】

【 化 5 3 】

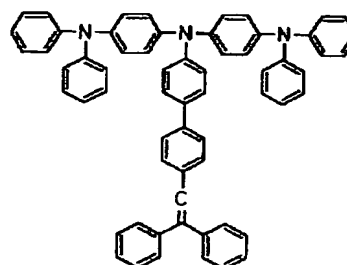
48



PT-25



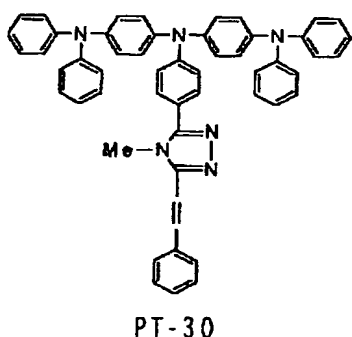
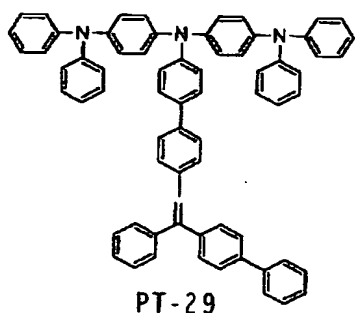
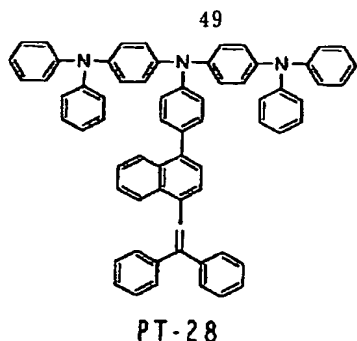
PT-26



PT-27

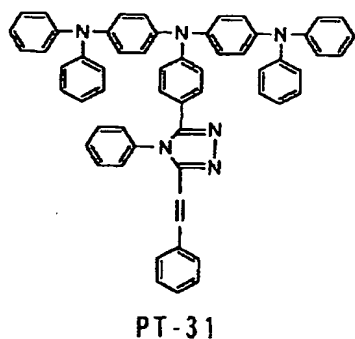
【 0 0 7 4 】

30 【 化 5 4 】



【0075】

【化55】



【0076】このような一般式 (I)、(II) および (I)' の化合物は、イオン化ポテンシャルが小さいために、精製中に酸化を受けるなど、不純物が混入しやすく、この不純物によって、正孔移動度が小さくなる場合がある。すなわち、前述した特開平 9-301934 号公報の方法では、蛍光スペクトルで観測されたように、高分子量芳香族アミン化合物に不純物が混入するため、

トラップ等により十分な正孔移動度が得られない。これに対し、本発明者らが化合物の精製方法について鋭意検討した結果、カラム精製の際に、溶媒としてトルエン／ヘキサン系の溶媒を用いることで純粋な化合物が得られることを見出した。この精製方法によれば、特開平 9-301934 号公報に開示されたカラム精製にハロゲン系溶媒を用いる方法よりも純度の高い化合物が得られる。さらに、0.01 mmHg 以下の高真空中で昇華精製を行うことにより、図 1 に示すようなピーク波長が 400~480 nm の間にある蛍光スペクトルを備えた純粋なフェニレンジアミン二量体を得ることができる。このように、本発明者らは、青色ないし紫色蛍光（ピーク波長 400~480 nm）を示す本発明のフェニレンジアミン二量体でなければ、正孔移動度が $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 以上としないことを確認している。

【0077】(B) 有機 EL 素子の構成、材料

本発明の化合物を含有させて有機 EL 素子を作製するにあたっては、通常有機 EL 素子を作製する際に用いられる構成、材料を用いることが可能である。以下、その為

【0078】(1) 有機 EL 素子の構成

以下に本発明に用いられる有機 EL 素子の代表的な構成例を示す。もちろん、本発明はこれに限定されるものではない。

①陽極／発光層／陰極

②陽極／正孔注入層／発光層／陰極

③陽極／発光層／電子注入層／陰極

④陽極／正孔注入層／発光層／電子注入層／陰極

⑤陽極／有機半導体層／発光層／陰極

⑥陽極／有機半導体層／電子障壁層／発光層／陰極

⑦陽極／有機半導体層／発光層／付着改善層／陰極

⑧陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子注入層／陰極

などの構造を挙げることができる。これらの中で通常⑧の構成が好ましく用いられる。本発明の化合物は、このような構成要素中の正孔輸送帯域に含有されている。含有させる量は 30~100 モル% から選ばれる。

【0079】(2) 透光性基板

本発明の有機 EL 素子は透光性の基板上に作製する。ここでいう透光性基板は有機 EL 素子を支持する基板であり、400~700 nm の可視領域の光の透過率が 50% 以上で、平滑な基板が好ましい。具体的には、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等が挙げられる。またポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。

【0080】(3) 陽極

陽極としては、仕事関数の大きい（4 eV以上）金属、合金、電気伝導性化合物またはこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としては、Au等の金属、CuI、ITO、SnO₂、ZnO等の導電性材料が挙げられる。陽極はこれらの電極物質を蒸着法やスパッタリング法等の方法で薄膜を形成させることにより作製することができる。このように発光層からの発光を陽極から取り出す場合、陽極の発光に対する透過率を10%より大きくすることが好ましい。また陽極のシート抵抗は、数百Ω/□以下10

【0081】〈4〉有機発光層

有機EL素子の発光層は以下の機能を併せ持つものである。すなわち、

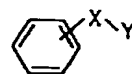
①注入機能；電界印加時に陽極または正孔注入層より正孔を注入することができ、陰極または電子注入層より電子を注入することができる機能

②輸送機能；注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で20 移動させる機能

③発光機能；電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能がある。但し、正孔の注入されやすさと電子の注入されやすさに違いがあってもよく、また正孔と電子の移動度で表される輸送能に大小があってもよいが、どちらか一方の電荷を移動させることが好ましい。有機EL素子の発光材料は主に有機化合物であり、具体的には所望の色調により次のような化合物が挙げられる。まず、紫外域から紫色の発光を得る場合には、下記の一般式で表される化合物が挙げられる。

【0082】

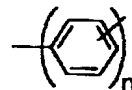
【化56】



【0083】この一般式において、Xは下記化合物を示す。

【0084】

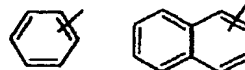
【化57】



【0085】ここで、nは2、3、4、または5である。またYは下記化合物を示す。

【0086】

【化58】



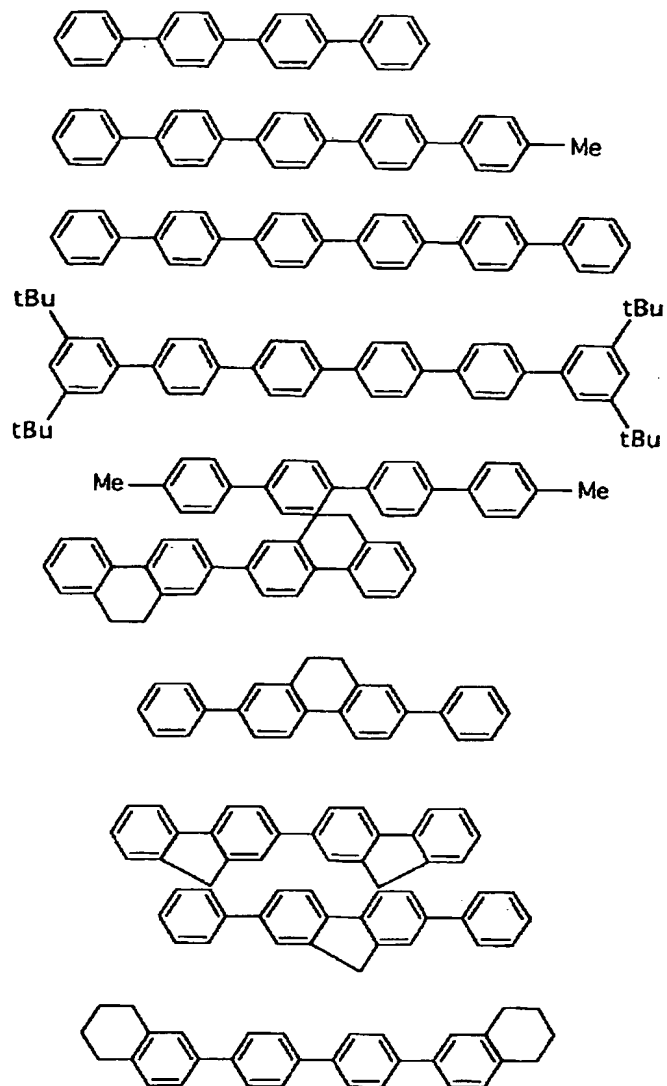
【0087】このような一般式で表される化合物は、フェニル基、フェニレン基、ナフチル基に、炭素数1～4のアルキル基、アルコキシ基、水酸基、スルホン基、カルボニル基、アミノ基、ジメチルアミノ基またはジフェニルアミノ基等が、単独または複数置換したものであってもよい。また、これらは互いに結合し、飽和五員環、飽和六員環を形成してもよい。またフェニル基、フェニレン基、ナフチル基にパラ位で結合したものは結合性が良く、平滑な蒸着膜の形成のために好ましい。具体的には以下の化合物である。特に、p-クォーターフェニル誘導体、p-クインクフェニル誘導体が好ましい。

【0088】

【化59】

53

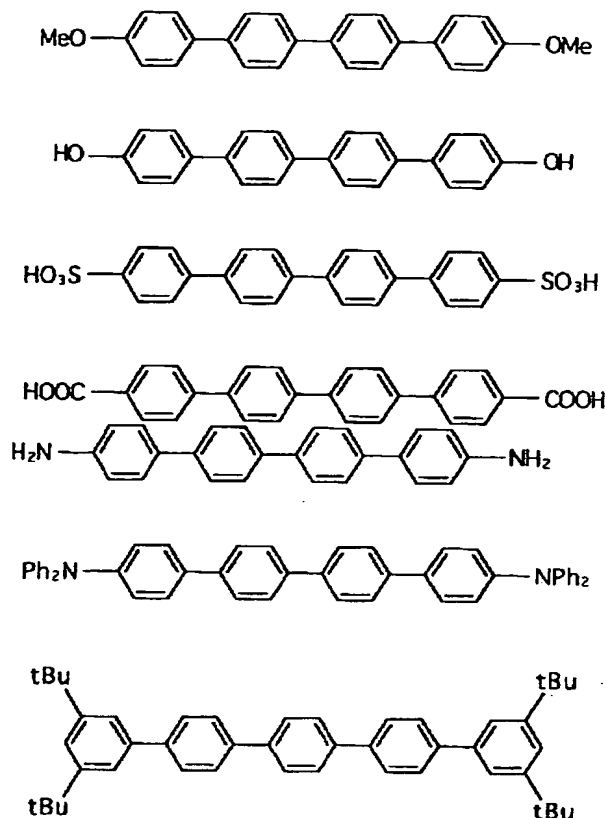
54



【 0 0 8 9 】

【 化 6 0 】

55



【0090】また、青色から緑色の発光を得るためには、例えばベンゾチアゾール系、ベンゾイミダゾール系、ベンゾオキサゾール系等の蛍光増白剤、金属キレート化オキシノイド化合物、スチリルベンゼン系化合物を挙げることができる。具体的に化合物名を示せば、例えば、特開昭59-194393号公報に開示されているものを挙げることができる。さらに他の有用な化合物はケミストリー・オブ・シンセティック・ダイズ1971, 628~637頁および640頁に列挙されている。前記キレート化オキシノイド化合物としては、例えば、特開昭63-295695号公報に開示されているものを引用することができる。その代表例としては、トリス(8-キノリノール)アルミニウム(以下A1qと略記する)等の8-ヒドロキシキノリン系金属錯体やジリチウムエビトリジオン等を挙げることができる。前記スチリルベンゼン系化合物としては、例えば、欧州特許第0319881号明細書や欧州特許第0373582号明細書に開示されているものを引用することができる。また、特開平2-252793号公報に開示されているジスチリルピラジン誘導体も発光層の材料として用いることができる。その他のものとして、例えば、欧州特許第0387715号明細書に開示されているポリフェニル系化合物も発光層の材料として用いることもできる。

【0091】さらに、上述した蛍光増白剤、金属キレート化オキシノイド化合物およびスチリルベンゼン系化合物等以外に、例えば、12-フタロペリノン(J. Appl. Phys., 第27巻, L713 (1988

56

年)、1,4-ジフェニル-1,3-ブタジエン、1,1,4,4-テトラフェニル-1,3-ブタジエン(以上Appl. Phys. Lett., 第56巻, L799 (1990年))、ナフタルイミド誘導体(特開平2-305886号公報)、ペリレン誘導体(特開平2-189890号公報)、オキサジアゾール誘導体(特開平2-216791号公報、または第38回応用物理学関係連合講演会で浜田らによって開示されたオキサジアゾール誘導体)、アルダジン誘導体(特開平2-220393号公報)、ピラジリン誘導体(特開平2-220394号公報)、シクロペンタジエン誘導体(特開平2-289675号公報)、ピロロピロール誘導体(特開平2-296891号公報)、スチリルアミン誘導体(Appl. Phys. Lett., 第56巻, L799 (1990年)、クマリン系化合物(特開平2-191694号公報)、国際特許公報WO90/13148やAppl. Phys. Lett., vol 58, 18, P1982 (1991)に記載されているような高分子化合物等も、発光層の材料として用いることができる。

【0092】本発明では特に発光層の材料として、芳香族ジメチリデン系化合物(欧州特許第0388768号明細書や特開平3-231970号公報に開示のもの)を用いることが好ましい。具体例としては、4,4'-ビス(2,2-ジ-*t*-ブチルフェニルビニル)ビフェニル、(以下、DTBPBiと略記する)、4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ビフェニル(以下DPVBiと略記する)等、およびそれらの誘導体を挙げることができる。

【0093】さらに、特開平5-258862号公報等に記載されている一般式(Rs-Q)₂-Al-O-Lで表される化合物も挙げられる(上記式中、Lはフェニル部分を含んでなる炭素原子6~24個の炭化水素であり、O-Lはフェノレート配位子であり、Qは置換8-キノリノレート配位子を表し、Rsはアルミニウム原子に置換8-キノリノレート配位子が2個を上回り結合するのを立体的に妨害するように選ばれた8-キノリノレート環置換基を表す)。具体的には、ビス(2-メチル-8-キノリノレート)(パラフェニルフェノレート)アルミニウム(III)(以下PC-7)、ビス(2-メチル-8-キノリノレート)(1-ナフトレート)アルミニウム(III)(以下PC-17)等が挙げられる。

【0094】その他、特開平6-9953号公報等によるドーピングを用いた高効率の青色と緑色の混合発光を得る方法が挙げられる。この場合、ホストとしては上記に記載した発光材料、ドーパントとしては青色から緑色までの強い蛍光色素、例えば、クマリン系あるいは上記記載のホストとして用いられているものと同様な蛍光色素を挙げることができる。具体的にはホストとして、ジスチリルアリーレン骨格の発光材料、特に好ましくはD

PVBi、ドープアントとしてはジフェニルアミノビニルアリレン、特に好ましくは、例えば、N,N-ジフェニルアミノビニルベンゼン(DPAVB)を挙げることができる。

【0095】白色の発光を得る発光層としては特に制限はないが、下記のものを用いることができる。

①有機EL積層構造体の各層のエネルギー準位を規定し、トンネル注入を利用して発光させるもの(欧州特許第0390551号公報)。

②①と同じくトンネル注入を利用する素子で実施例として白色発光素子が記載されているもの(特開平3-230584号公報)。

③二層構造の発光層が記載されているもの(特開平2-220390号公報および特開平2-216790号公報)。

④発光層を複数に分割してそれぞれ発光波長の異なる材料で構成されたもの(特開平4-51491号公報)。

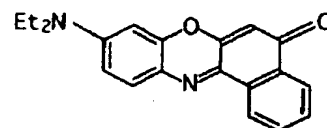
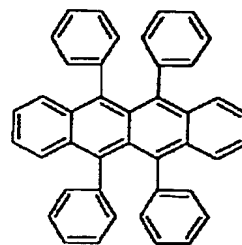
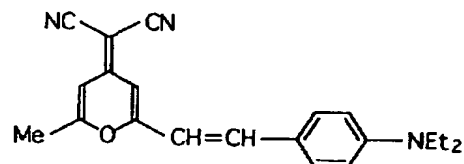
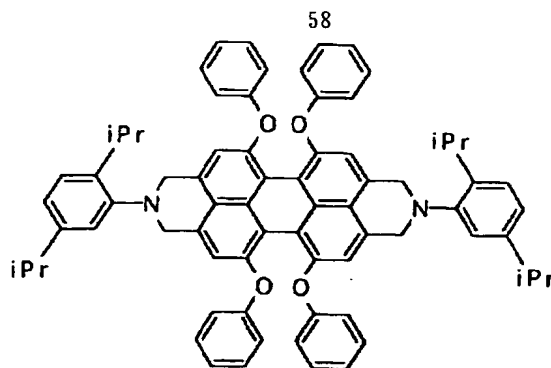
⑤青色発光体(蛍光ピーク380~480nm)と緑色発光体(480~580nm)とを積層させ、さらに赤色蛍光体を含有させた構成のもの(特開平6-207170号公報)。

⑥青色発光層が青色蛍光色素を含有し、緑色発光層が赤色蛍光色素を含有した領域を有し、さらに緑色蛍光体を含有する構成のもの(特開平7-142169号公報)。

中でも、⑤の構成のものが好ましく用いられる。ここで、赤色蛍光体の例を以下に示す。

【0096】

【化61】



【0097】前記材料を用いて発光層を形成する方法としては、例えば、蒸着法、スピコート法、LB法等の公知の方法を適用することができる。発光層は、特に分子堆積膜であることが好ましい。ここで分子堆積膜とは、気相状態の材料化合物から沈着され形成された薄膜や、溶液状態または液相状態の材料化合物から固体化され形成された膜のことであり、通常この分子堆積膜は、LB法により形成された薄膜(分子累積膜)とは凝集構造、高次構造の相違や、それに起因する機能的な相違により区分することができる。また特開昭57-51781号公報に開示されているように、樹脂等の結着剤と材料化合物とを溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピコート法等により薄膜化することによっても、発光層を形成することができる。

【0098】このようにして形成される発光層の膜厚については特に制限はなく、状況に応じて適宜選択することができるが、通常5nm~5μmの範囲が好ましい。

この発光層は、上述した材料の一種または二種以上から

なる一層で構成されてもよいし、または前記発光層とは別種の化合物からなる発光層を積層したものであってもよい。

【0099】(5) 正孔注入層、正孔輸送層

正孔注入、輸送層は発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常5.5 eV以下と小さい。このような正孔注入、輸送層としては、より低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば $10^4 \sim 10^6 \text{ V/cm}$ の電界印加時に、
10 少なくとも $10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{秒}$ であれば好ましい。ここで、正孔注入、輸送材料として、前述した一般式

(I) または一般式 (II) で表されるフェニレンジアミン誘導体を用いることが好ましい。この際、前述した本発明の化合物単独で正孔注入、輸送層を形成しても良いし、他の材料と混合して用いてもよい。本発明の化合物と混合して正孔注入、輸送層を形成する材料としては、前記の好ましい性質を有するものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、EL素子の正孔注入層に使用
20 される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0100】具体例として、例えば、トリアゾール誘導体（米国特許3, 112, 197号明細書等参照）、オキサジアゾール誘導体（米国特許3, 189, 447号明細書等参照）、イミダゾール誘導体（特公昭37-16096号公報等参照）、ポリアリアルカン誘導体（米国特許3, 615, 402号明細書、同第3, 820, 989号明細書、同第3, 542, 544号明細書、特公昭45-555号公報、同51-10983号公報、特開昭51-93224号公報、同55-17105号公報、同56-4148号公報、同55-108667号公報、同55-156953号公報、同56-36656号公報等参照）、ピラゾリン誘導体およびピラズロン誘導体（米国特許第3, 180, 729号明細書、同第4, 278, 746号明細書、特開昭55-88064号公報、同55-88065号公報、同49-105537号公報、同55-51086号公報、同56-80051号公報、同56-88141号公報、同57-45545号公報、同54-112637号公報、同55-74546号公報等参照）、フェニレンジアミン誘導体（米国特許第3, 615, 404号明細書、特公昭51-10105号公報、同46-3712号公報、同47-25336号公報、特開昭54-53435号公報、同54-110536号公報、同54-119925号公報等参照）、アリアルアミン誘導体（米国特許第3, 567, 450号明細書、同第3, 180, 703号明細書、同第3, 240, 597号明細書、同第3, 658, 520号明細書、同第4, 232, 103号明細書、同第4, 175, 961号明細
50

書、同第4, 012, 376号明細書、特公昭49-35702号公報、同39-27577号公報、特開昭55-144250号公報、同56-119132号公報、同56-22437号公報、西独特許第1, 110, 518号明細書等参照）、アミノ置換カルコン誘導体（米国特許第3, 526, 501号明細書等参照）、オキサゾール誘導体（米国特許第3, 257, 203号明細書等参照）、スチリルアントラセン誘導体（特開昭56-46234号公報等参照）、フルオレノン誘導体（特開昭54-110837号公報等参照）、ヒドラゾン誘導体（米国特許第3, 717, 462号明細書、特開昭54-59143号公報、同55-52063号公報、同55-52064号公報、同55-46760号公報、同55-85495号公報、同57-11350号公報、同57-148749号公報、特開平2-311591号公報等参照）、スチルベン誘導体（特開昭61-210363号公報、同第61-228451号公報、同61-14642号公報、同61-72255号公報、同62-47646号公報、同62-36674号公報、同62-10652号公報、同62-30255号公報、同60-93455号公報、同60-94462号公報、同60-174749号公報、同60-175052号公報等参照）、シラザン誘導体（米国特許第4, 950, 950号明細書）、ポリシラン系（特開平2-204996号公報）、アニリン系共重合体（特開平2-282263号公報）、特開平1-211399号公報に開示されている導電性高分子オリゴマー（特にチオフェンオリゴマー）等を挙げることができる。

【0101】正孔注入層の材料としては上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物（特開昭63-2956965号公報等参照）、芳香族第三級アミン化合物およびスチリルアミン化合物（米国特許第4, 127, 412号明細書、特開昭53-27033号公報、同54-58445号公報、同54-149634号公報、同54-64299号公報、同55-79450号公報、同55-144250号公報、同56-119132号公報、同61-295558号公報、同61-98353号公報、同63-295695号公報等参照）、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。また、米国特許第5, 061, 569号に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有する、例えば4, 4'-ビス（N-（1-ナフチル）-N-フェニルアミノ）ビフェニル（以下NPDと略記する）、また特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4, 4', 4''-トリス（N-（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ）トリフェニルアミン（以下MTDATAと略記する）等を挙げることができる。
50

【0102】また、発光層の材料として示した前述の芳香族ジメチリジン系化合物の他、p型Si、p型SiC等の無機化合物も正孔注入層の材料として使用することができる。正孔注入、輸送層は上述した化合物を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法等の公知の方法により薄膜化することにより形成することができる。正孔注入、輸送層としての膜厚は特に制限はないが、通常は5nm～5μmである。この正孔注入、輸送層は正孔輸送帯域に本発明の化合物を含有していれば、上述した材料の一種または二種以上からなる一層で構成されてもよいし、または前記正孔注入、輸送層とは別種の化合物からなる正孔注入、輸送層を積層したものであってもよい。

【0103】また、有機半導体層は、発光層への正孔注入または電子注入を助ける層であって、 10^{-10} S/cm以上の導電率を有するものが好適である。このような有機半導体層の材料としては、含チオフェンオリゴマーや特開平8-193191号公報に開示してある含アリーールアミンオリゴマー等の導電性オリゴマー、含アリー

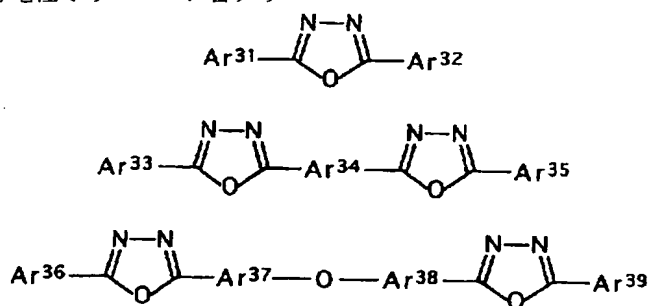
ルアミン dendrimer 等の導電性 dendrimer 等を用いることができる。

【0104】(6) 電子注入層

電子注入層は、発光層への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きく、また付着改善層は、この電子注入層の中で特に陰極との付着が良い材料からなる層である。電子注入層に用いられる材料としては、8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体が好適である。上記8-ヒドロキシキノリンまたはその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシシン（一般に8-キノリノールまたは8-ヒドロキシキノリン）のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物が挙げられる。例えば、発光材料の項で記載したA1qを電子注入層として用いることができる。一方、オキサジアゾール誘導体としては、以下の一般式で表される電子伝達化合物が挙げられる。

【0105】

【化62】



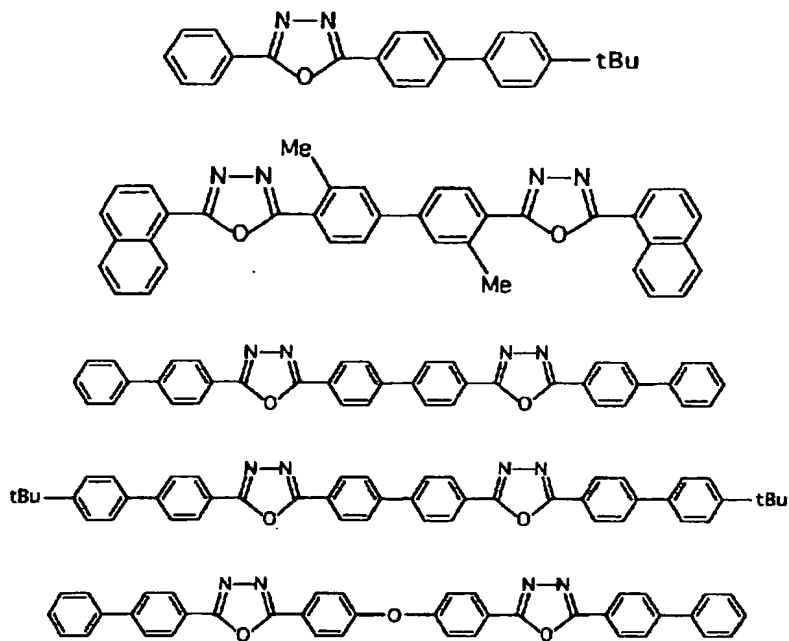
【0106】(式中Ar³¹, Ar³², Ar³³, Ar³⁴, Ar³⁵, Ar³⁶, Ar³⁷, Ar³⁸, Ar³⁹はそれぞれ置換または無置換のアリーール基を示し、それぞれ互いに同一であっても異なってもよい。またAr³⁴, Ar³⁷, Ar³⁸は置換または無置換のアリーレン基を示し、それぞれ同一であっても異なってもよい。)

【0107】ここで、アリーール基としては、フェニル基、ビフェニル基、アントラニル基、ペリレニル基、ピレニル基が挙げられる。またアリーレン基としてはフェ

ニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ピレニレン基などが挙げられる。また置換基としては炭素数1～10のアルキル基、炭素数1～10のアルコキシ基またはシアノ基等が挙げられる。この電子伝達化合物は薄膜形成性のものが好ましい。上記電子伝達性化合物の具体例としては下記のものを用いることができる。

【0108】

【化63】



【0109】(7) 陰極

陰極としては、仕事関数の小さい(4 eV以下)金属、合金、電気伝導性化合物およびこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム・銀合金、アルミニウム/酸化アルミニウム、アルミニウム・リチウム合金、インジウム、希土類金属などが挙げられる。この陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。ここで、発光層からの発光を陰極から取り出す場合、陰極の発光に対する透過率は10%より大きくすることが好ましい。また、陰極としてのシート抵抗は数百Ω/□以下が好ましく、膜厚は通常10 nm~1 μm、好ましくは50~200 nmである。

【0110】(8) 有機EL素子の作製

以上例示した材料および方法により陽極、発光層、必要に応じて正孔注入層、および必要に応じて電子注入層を形成し、さらに陰極を形成することにより有機EL素子を作製することができる。また、陰極から陽極へ、前記と逆の順序で有機EL素子を作製することもできる。

【0111】以下、透光性基板上に陽極/正孔注入層/発光層/電子注入層/陰極が順次設けられた構成の有機EL素子の作製例を記載する。まず、適当な透光性基板上に陽極材料からなる薄膜を1 μm以下、好ましくは10~200 nmの範囲の膜厚になるように蒸着やスパッタリング等の方法により形成して陽極を作製する。

【0112】次に、この陽極上に正孔注入層を設ける。正孔注入層の形成は、前述したように真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法等の方法により行うことができるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成する

ことが好ましい。真空蒸着法により正孔注入層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物(正孔注入層の材料)、目的とする正孔注入層の結晶構造や再結合構造等により異なるが、一般に蒸着源温度50~450℃、真空度 $10^{-1} \sim 10^{-3}$ torr、蒸着速度0.01~50 nm/秒、基板温度-50~300℃、膜厚5 nm~5 μmの範囲で適宜選択することが好ましい。

【0113】次に、正孔注入層上に発光層を設ける発光層の形成も、所望の有機発光材料を用いて真空蒸着法、スパッタリング、スピンコート法、キャスト法等の方法により有機発光材料を薄膜化することにより形成できるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により発光層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物により異なるが、一般的に正孔注入層と同じような条件範囲の中から選択することができる。

【0114】次に、この発光層上に電子注入層を設ける。正孔注入層、発光層と同様、均質な膜を得る必要から真空蒸着法により形成することが好ましい。蒸着条件は正孔注入層、発光層と同様の条件範囲から選択することができる。本発明の化合物は、正孔輸送帯域のいずれの層に含有させるかによって異なるが、真空蒸着法を用いる場合は他の材料との共蒸着をすることができる。またスピンコート法を用いる場合は、他の材料と混合することによって含有させることができる。最後に陰極を積層して有機EL素子を得ることができる。陰極は、金属から構成されるもので、蒸着法、スパッタリングを用いることができる。しかし下地の有機物層を成膜時の損傷から守るためには真空蒸着法が好ましい。これまで記載してきた有機EL素子の作製は一回の真空引きで一貫して陽極から陰極まで作製することが好ましい。

【0115】なお、有機EL素子に直流電圧を印加する場合、陽極を+、陰極を-の極性にして、5～40Vの電圧を印加すると発光が観測できる。また逆の極性で電圧を印加しても電流は流れず、発光は全く生じない。さらに、交流電圧を印加した場合には陽極が+、陰極が-の極性になった時のみ均一な発光が観測される。印加する交流の波形は任意でよい。

【0116】〔フェニレンジアミン誘導体〕本発明のフェニレンジアミン二量体を表す一般式(III)、(IV)および(V)における核炭素数6～24のアリール基の例としては、炭素数1～6のアルキル基およびアルコキシ基、スチリル基等が挙げられる。核炭素数6～24のアリール基の例としては、フェニル基、ピフェニル基、ナフチル基、アントラニル基、ターフェニル基、ピレニル基等が挙げられ、特に、フェニル基、ナフチル基が好適である。炭素数1～6のアルキル基の例として、メチル、エチル、n-プロピル、i-プロピル、n-ブチル、s-ブチル、t-ブチル、n-ペンチル、n-ヘキシル等が挙げられる。また炭素数1～6のアルコキシ基の例として、メトキシ、エトキシ、n-プロピルオキシ、i-プロピルオキシ、n-ブトキシ、s-ブトキシ、t-ブトキシ、n-ペンチルオキシ、n-ヘキシルオキシ基等が挙げられる。

【0117】スチリル基としては、1-フェニルビニル-1-イル、2-フェニルビニル-1-イル、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル、2-フェニル-2-(ナフチル-1-イル)ビニル-1-イル、2, 2-ビス(ジフェニル-1-イル)ビニル-1-イル基などが挙げられる。特に、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル基が好適である。

【0118】一般式(III)におけるX、(IV)におけるYおよび(V)におけるYはそれぞれ連結基であり、単結合、核炭素数6～24のアリーレン、炭素数1～6のアルキレン、ジフェニルメチレン、エーテル結合、チオエーテル結合、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル結合である。核炭素数6～24のアリーレンの例としては、フェニレン、ピフェニレン、ナフチレン、アントラニレン、ターフェニレン、ピレニレン等が挙げられる。炭素数1～6のアルキレンとしては、メチレン、イソプロピレン、シクロプロピレン等が挙げられる。ジフェニルメチレンは前述の炭素数1～6のアルキルまたはアルコキシ基で置換されていてもよい。芳香族ヘテロ環の例としては、ピロール、フラン、チオフェン、シロール、トリアジン、オキサジアゾール、トリアゾール、オキサゾール、キノリン、キノキサリン、ピリミジン等である。

【0119】また、一般式(III)中の $Ar^{11} \sim Ar^{14}$ のうち少なくともひとつは、核炭素数10～24のスチリル基で置換されたアリール基であるか、または Ar^{11} 、 Ar^{14} および化学式5で表される基本骨格構造の

いずれかが核炭素数10～24の縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル基である。そのような縮合芳香族環の例としては、ナフチル、アントラニル、ピレニル、フェナンスリル基が挙げられるが、特に好適なのはナフチル基である。スチリル基としては、1-フェニルビニル-1-イル、2-フェニルビニル-1-イル、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル、2-フェニル-2-(ナフチル-1-イル)ビニル-1-イル、2, 2-ビス(ジフェニル-1-イル)ビニル-1-イル基などが挙げられる。特に2, 2-ジフェニルビニル-1-イル基が好適である。芳香族ヘテロ環としては、ピロール、フラン、チオフェン、シロール、トリアジン、オキサジアゾール、トリアゾール、オキサゾール、キノリン、キノキサリン、ピリミジンなどである。 R^1 、 R^8 として、好ましいアルキル基の例としては、メチルエチル、i-プロピル、t-ブチル等であり、好ましいアルコキシ基の例としては、メトキシ、エトキシ、i-プロポキシ、t-ブトキシ等である。また、Xが単結合であるときは、 R^1 、 R^8 が結合し、置換または無置換のフルオレンからなる2価の基も好ましい。

【0120】また、一般式(IV)中の、 $Ar^{15} \sim Ar^{14}$ のうち少なくともひとつは、核炭素数10～24のスチリル基で置換されたアリール基であるか、 $Ar^{15} \sim Ar^{14}$ および化学式7で表される基本骨格構造のいずれかが核炭素数10～24の縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル基である。そのような縮合芳香族環の例としては、ナフチル、アントラニル、ピレニル、フェナンスリル基が挙げられるが、特に好適なのはナフチル基である。スチリル基としては、1-フェニルビニル-1-イル、2-フェニルビニル-1-イル、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル、2-フェニル-2-(ナフチル-1-イル)ビニル-1-イル、2, 2-ビス(ジフェニル-1-イル)ビニル-1-イル基などが挙げられる。特に2, 2-ジフェニルビニル-1-イル基が好適である。芳香族ヘテロ環としては、ピロール、フラン、チオフェン、シロール、トリアジン、オキサジアゾール、トリアゾール、オキサゾール、キノキサリン、ピリミジンなどである。 R^9 、 R^{10} として、好ましいアルキル基の例としては、メチルエチル、i-プロピル、t-ブチル等であり、好ましいアルコキシ基の例としては、メトキシ、エトキシ、i-プロポキシ、t-ブトキシ等である。また、Yが単結合であるときは、 R^9 、 R^{10} が結合し、置換または無置換のフルオレンからなる2価の基も好ましい。

【0121】また、一般式(V)中の、 $Ar^{15} \sim Ar^{10}$ のうち少なくともひとつは、核炭素数10～24のスチリル基で置換されたアリール基であるか、 $Ar^{15} \sim Ar^{10}$ 、Yのいずれかが核炭素数10～24の縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、または置換もしくは無置換のビニル

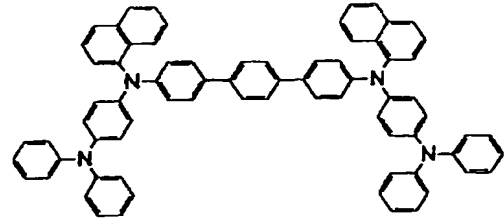
67

ル基であることが好ましい。そのような縮合芳香族環の例としては、ナフチル、アントラニル、ピレニル、フェナンスリル基が挙げられるが、特に好適なのはナフチル基である。スチリル基としては、1-フェニルビニル-1-イル、2-フェニルビニル-1-イル、2, 2-ジフェニルビニル-1-イル、2-フェニル-2-(ナフチル-1-イル)ビニル-1-イル、2, 2-ビス(ジフェニル-1-イル)ビニル-1-イル基などが挙げられる。特に2, 2-ジフェニルビニル-1-イル基が好適である。芳香族ヘテロ環としては、ピロール、フラン、チオフェン、シロール、トリアジン、オキサジアゾール、トリアゾール、オキサゾール、キノキサリン、ピリミジンなどである。R¹¹、R¹²として、好ましいアルキル基の例としては、メチルエチル、i-プロピル、t-ブチル等であり、好ましいアルコキシ基の例としては、メトキシ、エトキシ、i-プロポキシ、t-ブトキシ等である。

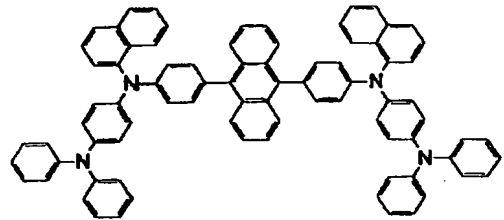
【0122】そして、前記一般式(III)で表されるフェニレンジアミン二量体の具体例としては、以下の化学式〔PD-01'〕～〔PD-56'〕で表される化合物が挙げられる。なお、本発明は、これらに限定されるものではない。

【0123】

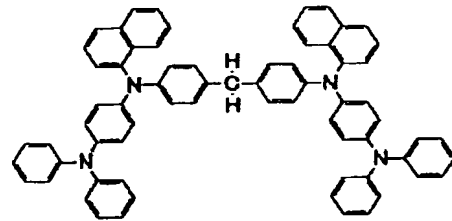
【化64】



PD-01'



PD-02'

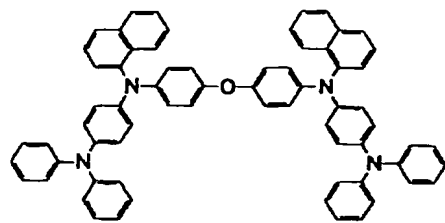


PD-03'

【0124】

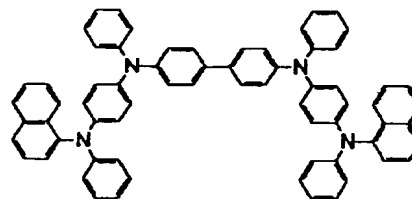
【化65】

69

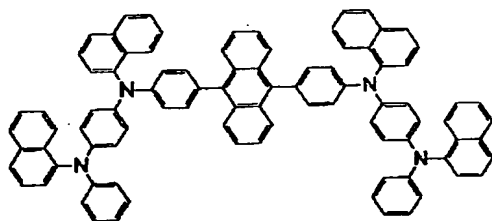


PD-04'

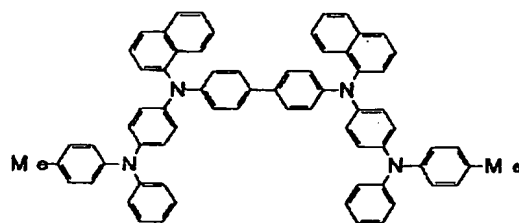
70



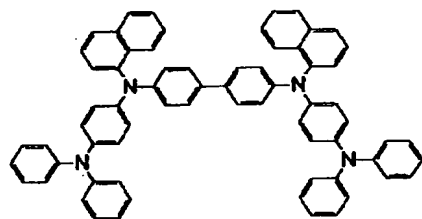
PD-07'



PD-05'

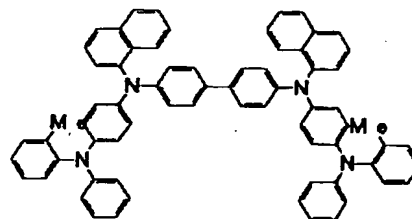


PD-08'



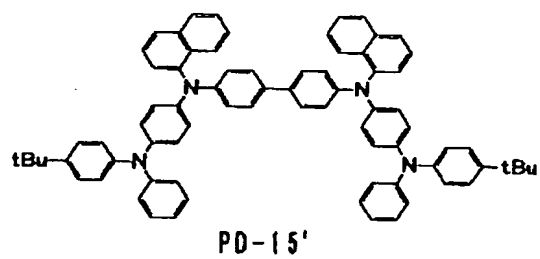
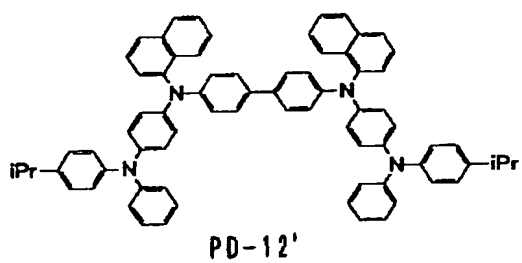
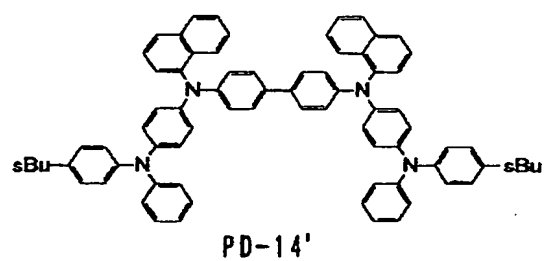
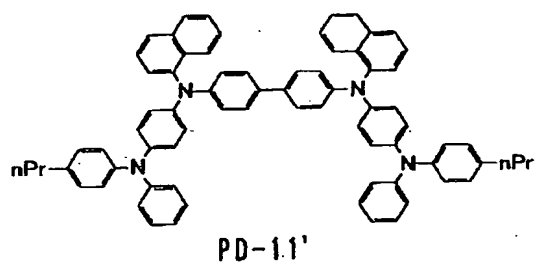
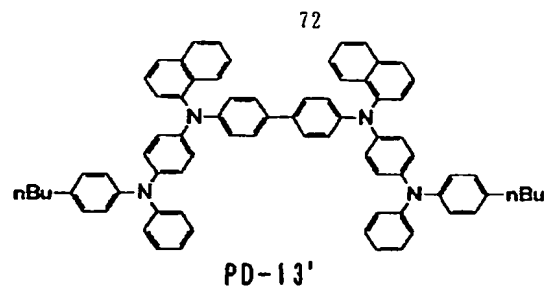
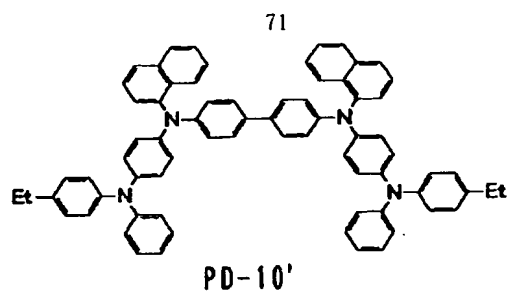
PD-06'

[0125]
[化66]



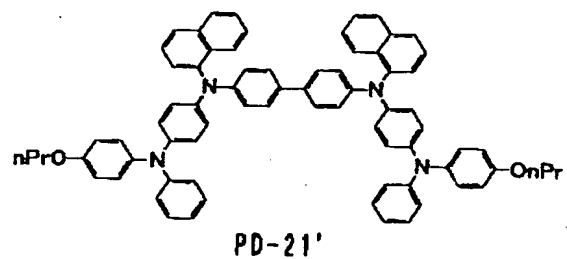
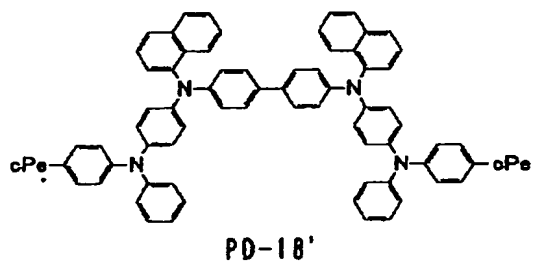
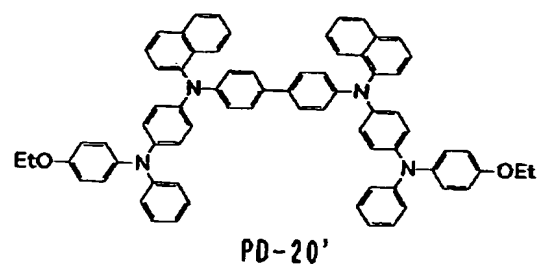
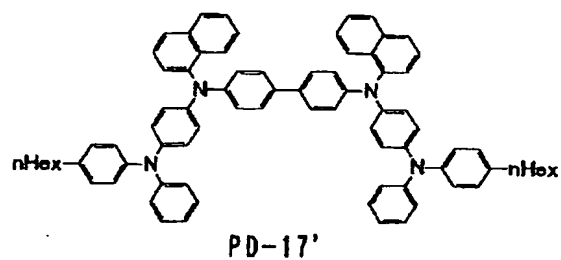
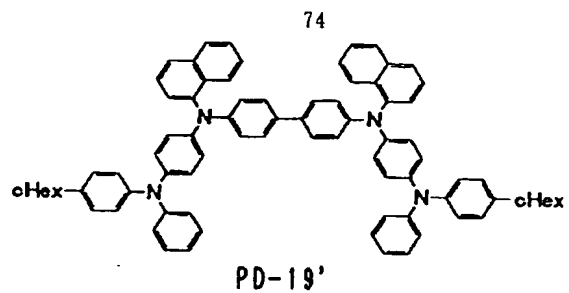
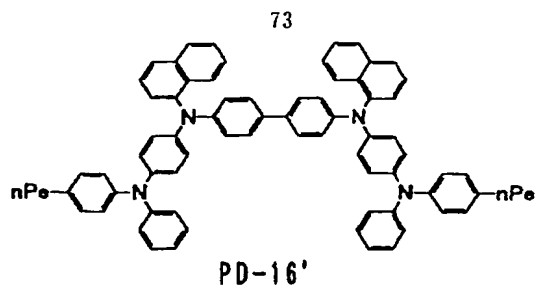
PD-09'

[0126]
[化67]



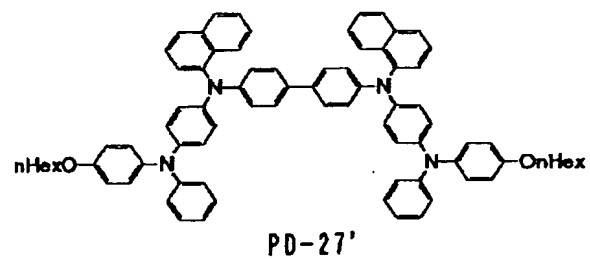
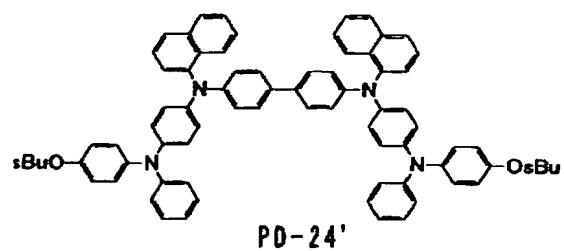
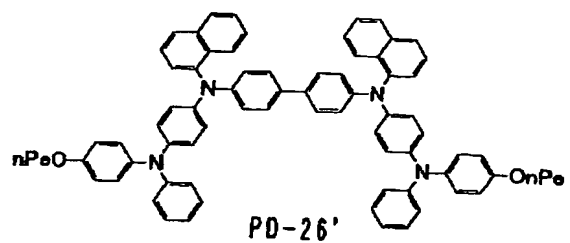
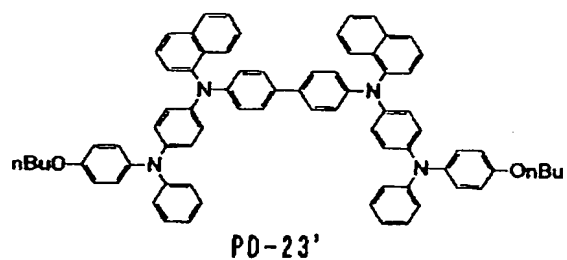
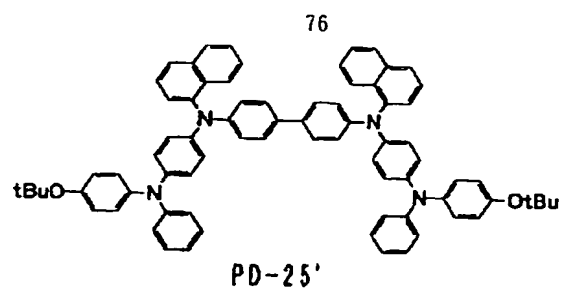
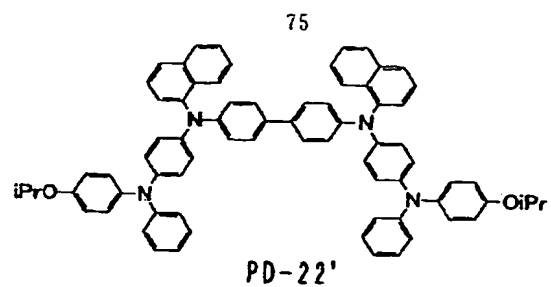
【0127】
【化68】

【0128】
【化69】



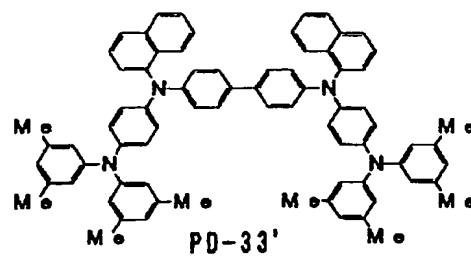
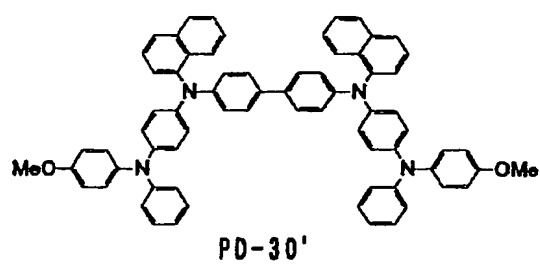
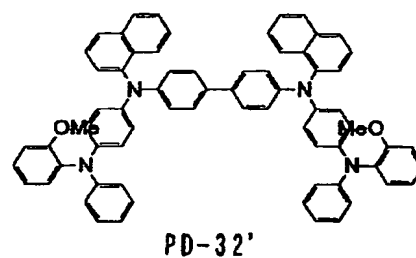
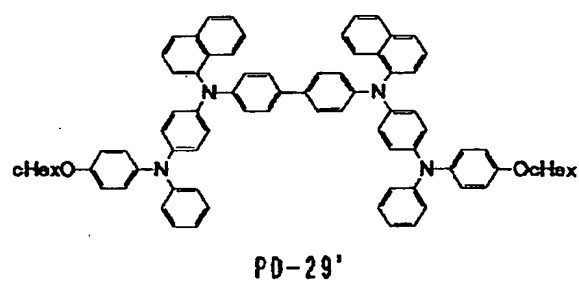
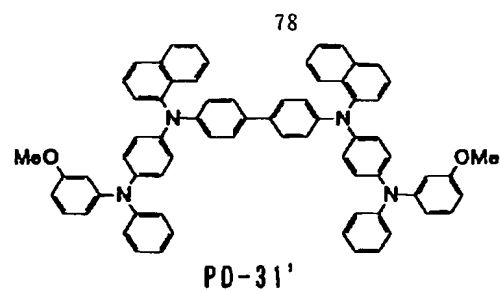
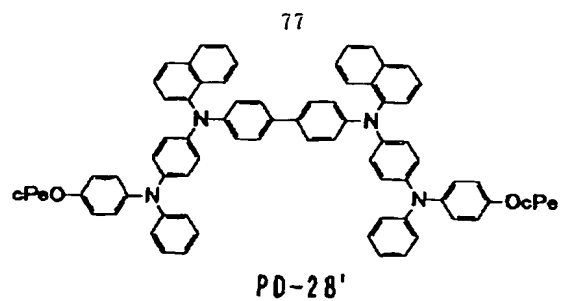
[0 1 2 9]
[化 7 0]

[0 1 3 0]
[化 7 1]



[0 1 3 1]
[化 7 2]

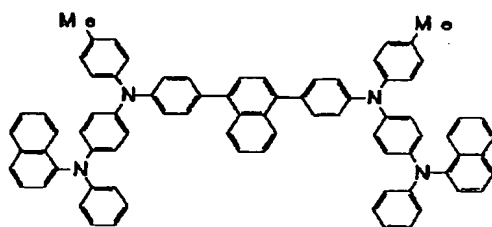
[0 1 3 2]
[化 7 3]



[0133]
[化74]

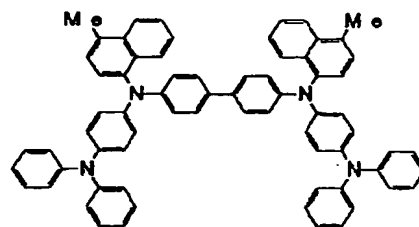
[0134]
[化75]

79

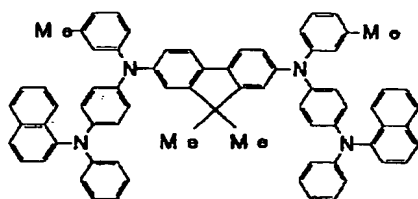


PD-34'

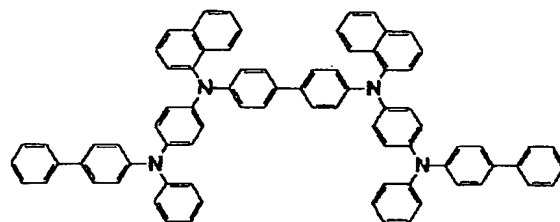
80



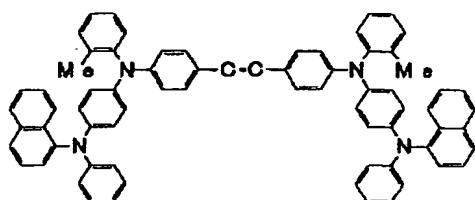
PD-37'



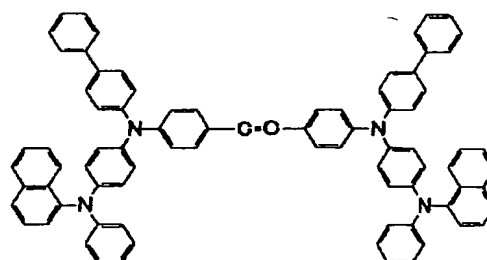
PD-35'



PD-38'



PD-36'

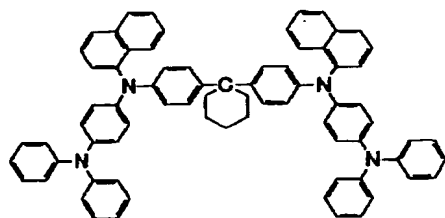


PD-39'

[0135]
[化76]

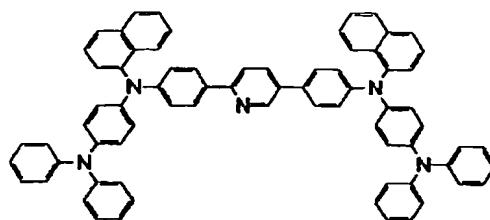
[0136]
[化77]

81

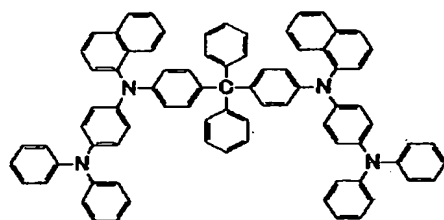


PD-40'

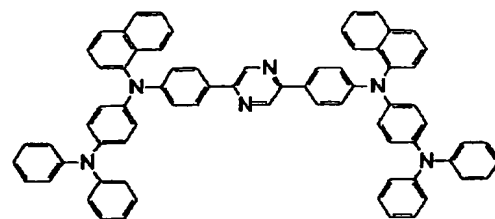
82



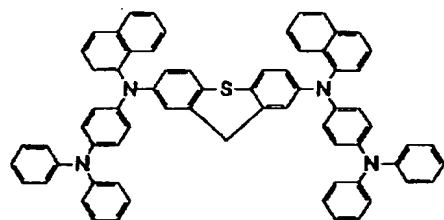
PD-43'



PD-41'



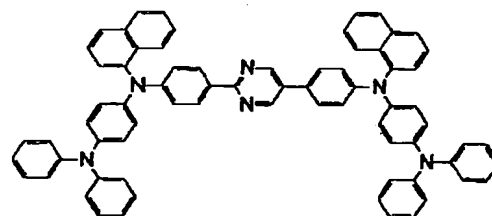
PD-44'



PD-42'

【0137】
【化78】

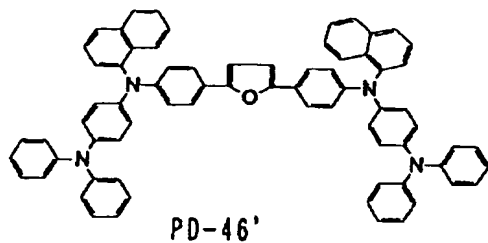
30



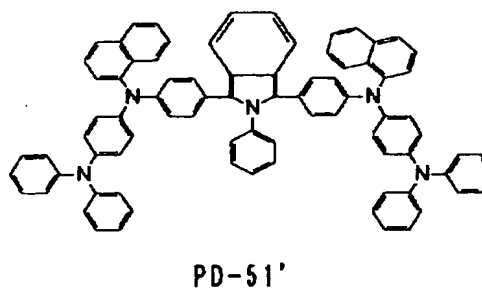
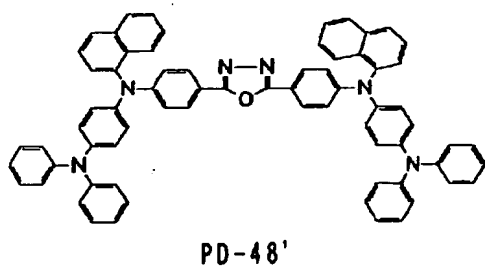
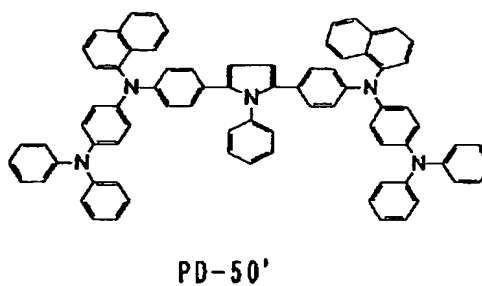
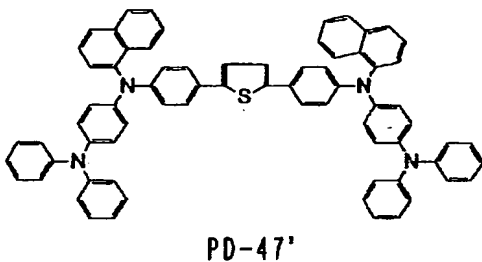
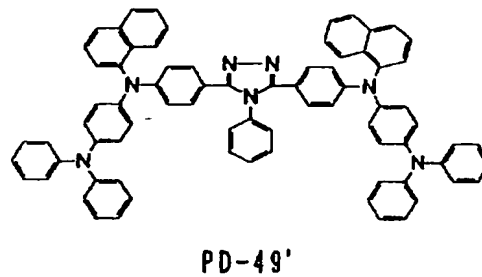
PD-45'

【0138】
【化79】

83

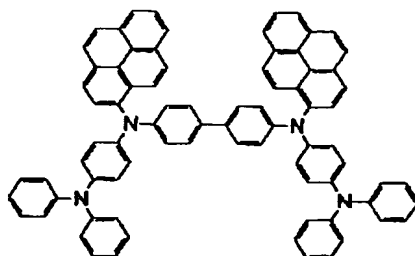


84

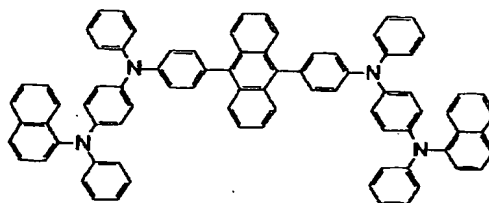


[0139]
[化80]

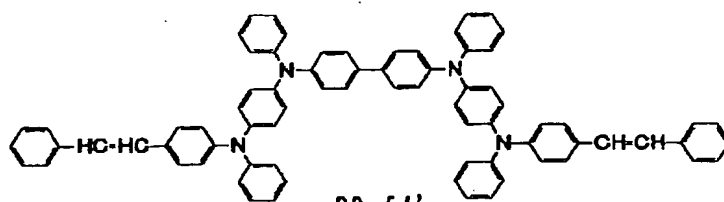
[0140]
[化81]



PD-52'



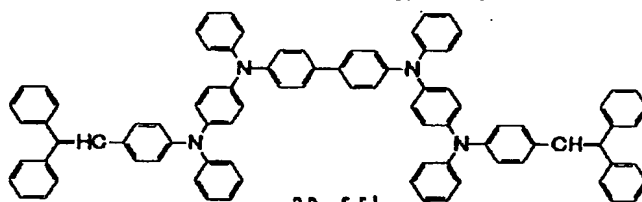
PD-53'



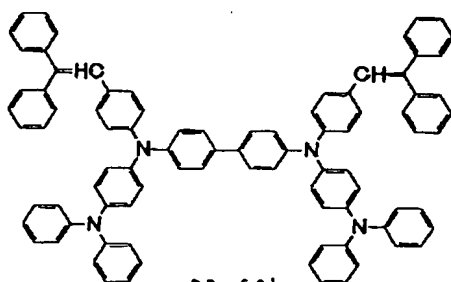
PD-54'

【0141】

【化82】



PD-55'



PD-56'

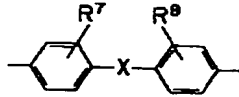
【0142】このような一般式(III)で表されるフェニレンジアミン誘導体は、一般式(I)で表される誘導体の中でも特に好ましいものであることが判明した。すなわち、国際特許公報WO98/30071に開示され

87

ている従来公知ものに比べ、①スチリル基含有のアリール基を保有する化合物は、電子が注入された場合でも寿命が長く、蛍光性も高いので、発光材としても用いることができる。②Ar¹¹、Ar¹²および下記化学式83に示される基本骨格のいずれかが縮合芳香族環、芳香族ヘテロ環、置換または無置換のビニル結合を含む化合物に電子注入がされた場合でも劣化しにくく寿命も長いなど、従来にはない特徴が得られた。

【0143】

【化83】



【0144】そして、前記一般式(IV)で表されるフェニレンジアミン二量体の具体例としては、以下の化学式〔PT-01'〕～〔PT-11'〕および〔PT-23'〕～〔PT-31'〕で表される化合物が挙げられる。なお、本発明は、これらに限定されるものではない。

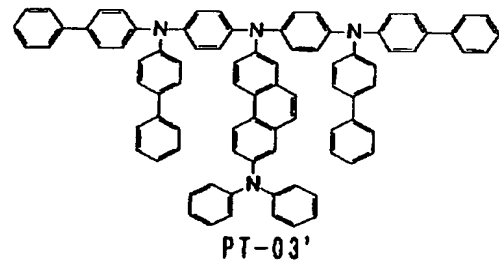
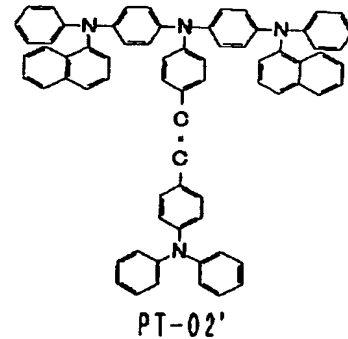
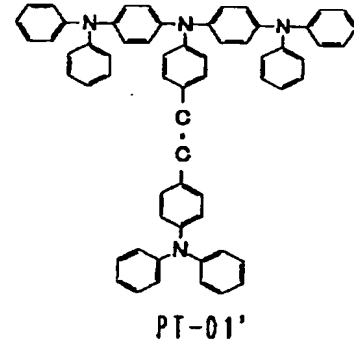
【0145】

【化84】

10

20

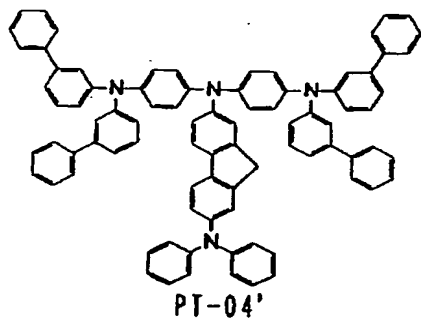
88



【0146】

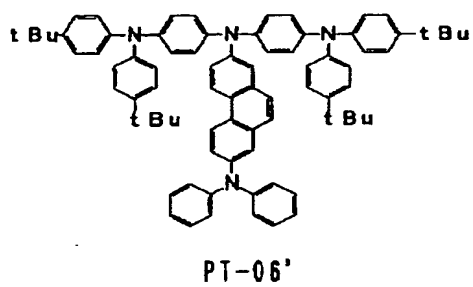
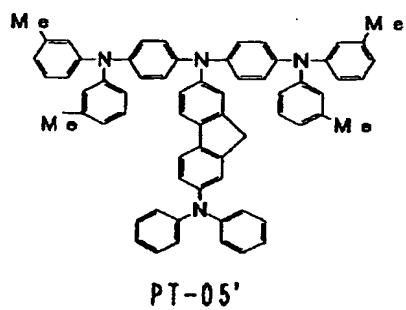
【化85】

89

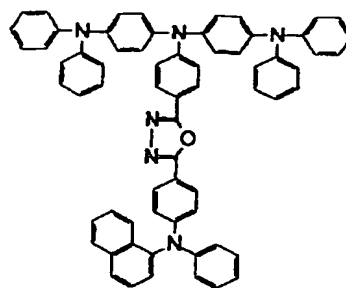


[0 1 4 7]

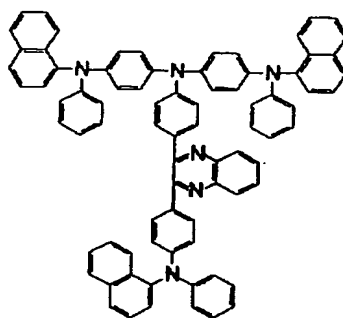
[化 8 6]



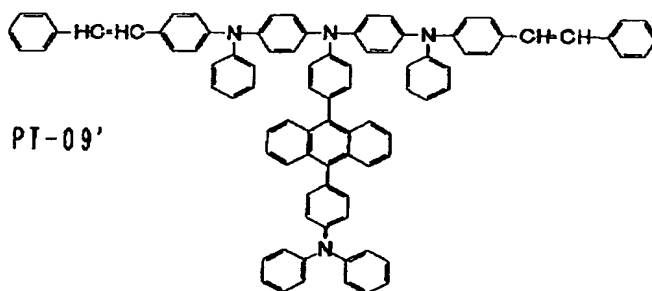
PT-07'



PT-08'



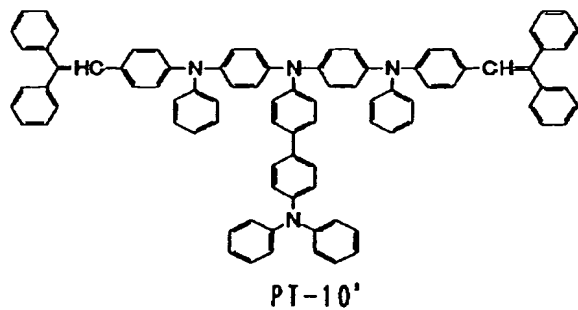
PT-09'



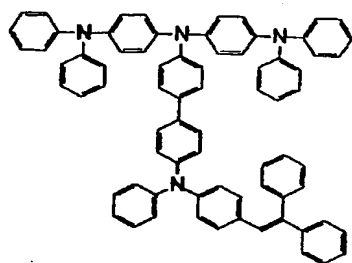
【 0 1 4 8 】

【 化 8 7 】

93



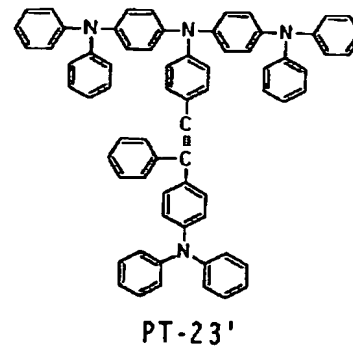
PT-11'



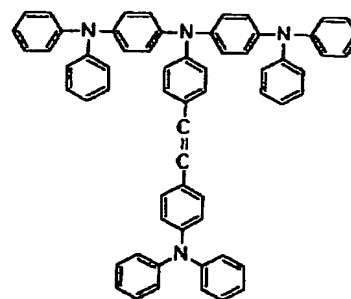
[0 1 4 9]

[化 8 8]

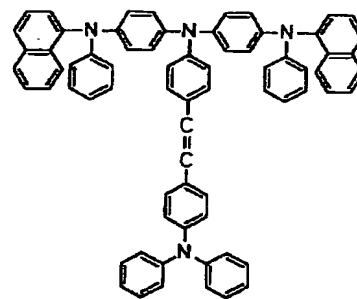
94



PT-24'

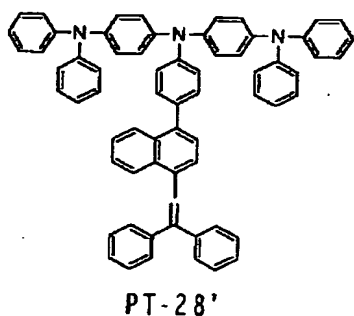
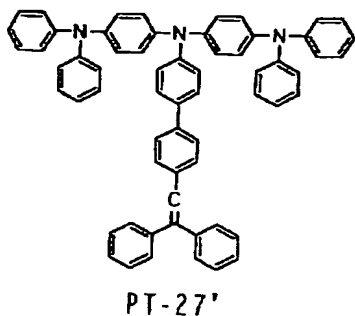
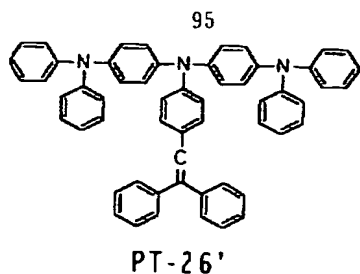


PT-25'

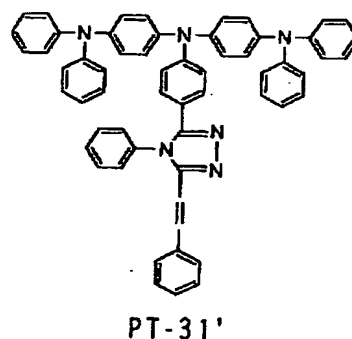
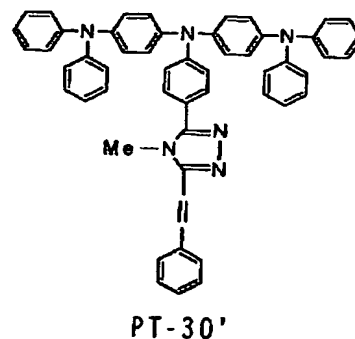
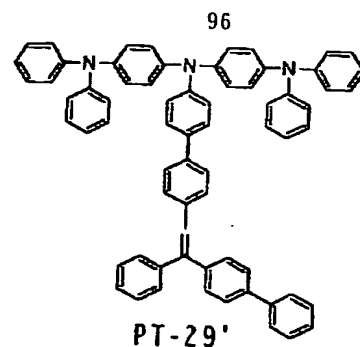


[0 1 5 0]

[化 8 9]



【0151】
【化90】



30

【0152】また、一般式 (IV)、一般式 (V) のフェニレンジアミン誘導体は、特に好ましいものであることが判明した。これらの化合物は、電子注入の際にも劣化せず蛍光性が高いため、発光材としても用いることができるほか、正孔注入層、正孔輸送層としても、電子注入耐性のため、長い寿命が得られることが判明した。

【0153】

40 【実施例】次に、本発明の効果を、具体的な実施例に基づいて説明する。

【実施例1】

〈4-ヨードトリフェニルアミンの合成〉トリフェニルアミン（広島和光社（株）製）125gをエタノール5lに加熱溶解し、酸化水銀150gを60℃で添加し、次いで、ヨウ素100gを徐々に添加した。その後、還流温度で2時間反応した。反応後、熱濾過し、残渣をアセトンで洗浄し、濾液を冷却して析出した結晶を濾別した。これにシリカゲルを担持したカラムを用い、トルエンを展開溶媒にして精製し、52gの目的物を得た。

50

【0154】〈PD-01の合成〉4,4'-ジアミノ-p-ターフェニレン（ランカスター社製）10g、1-ヨードナフタレン（広島和光（株）社製）20g、炭酸カリウム20g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを、300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で48時間加熱撹拌を行なった。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光（株）社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエンを展開溶媒として精製したところ、8.4gの4,4'-ビス（1-ナフチルアミノ）-p-ターフェニレンが得られた。このうちの5gと4-ヨードトリフェニルアミン15g、炭酸カリウム20g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で60時間加熱した。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光（株）社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエン/ヘキサン=1/2を展開溶媒として精製した。さらにこれを0.01mmHgの真空下で昇華精製し、0.8gの淡黄色粉末を得た。FD-MSを測定した結果、C74H54N4=998に対し、999（M+1）と499（1/2M）のピークが得られたので、PD-01と同定した。

【0155】〔実施例2〕

〈PD-02の合成〉9,10-ジアミノフェニルアントラセン（和歌山精化工業（株）社製）10g、1-ヨードナフタレン（広島和光（株）社製）20g、炭酸カリウム20g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で48時間加熱撹拌を行なった。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光（株）社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエンを展開溶媒として精製したところ、7.7gの9,10-ビス（1-ナフチルアミノフェニル）アントラセンが得られた。このうちの5gと4-ヨードトリフェニルアミン15g、炭酸カリウム20g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で60時間加熱した。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエン/ヘキサン=1/2を展開溶媒として精製した。さらに、これを0.01mmHgの真空下で昇華精製し、0.8gの淡黄色粉末を得た。FD-MSを測定した結果、C82H58N4=1098に対し、1099（M+1）と549（1/2M）のピークが得られたので、PD-02と同定した。

【0156】〔実施例3〕

〈PD-03の合成〉4,4'-ジアミノジフェニルメタン（広島和光（株）社製）10g、1-ヨードナフタレン（広島和光（株）社製）20g、炭酸カリウム20

g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で48時間加熱撹拌を行なった。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光（株）社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエンを展開溶媒として精製したところ、9.6gのビス（4-（ナフチル-1-イル）アミノフェニル）メタンが得られた。このうちの5gと4-ヨードトリフェニルアミン15g、炭酸カリウム20g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で60時間加熱した。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエン/ヘキサン=1/2を展開溶媒として精製した。さらにこれを0.01mmHgの真空下で昇華精製し、1.2gの淡黄色粉末を得た。FD-MSを測定した結果、C69H52N4=936に対し、937（M+1）と468（1/2M）のピークが得られたので、PD-03と同定した。

【0157】〔実施例4〕

〈PD-04の合成〉4,4'-ジアミノジフェニルエーテル（広島和光（株）社製）10g、1-ヨードナフタレン（広島和光（株）社製）20g、炭酸カリウム20g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で48時間加熱撹拌を行なった。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光（株）社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエンを展開溶媒として精製したところ、9.2gのビス（4-（ナフチル-1-イル）アミノフェニル）エーテルが得られた。このうちの5gと4-ヨードトリフェニルアミン15g、炭酸カリウム20g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で60時間加熱した。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエン/ヘキサン=1/2を展開溶媒として精製した。さらにこれを0.01mmHgの真空下で昇華精製し、1.0gの淡黄色粉末を得た。FD-MSを測定した結果、C68H50N4O=938に対し、939（M+1）と469（1/2M）のピークが得られたので、PD-04と同定した。

【0158】〔実施例5〕

〈N-（1-ナフチル）-4-ヨードジフェニルアミンの合成〉N-フェニル-N-（1-ナフチル）アミン（広島和光（株）社製）10g、p-フルオロニトロベンゼン（広島和光（株）社製）20g、炭酸カリウム20g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で48時間加熱撹拌を行なった。反応後、無機物を濾別し、母液

の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光（株）社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエンを展開溶媒として精製したところ、9.0gのN-ナフチル-4-ニトロジフェニルアミンが得られた。これをオートクレーブ中に入れ、DMF 100ml、5% Pd/C 5gを加え、水素を5Kg/cm²にチャージして攪拌した。触媒を濾別し、飽和食塩水300ml中に注入し、析出した結晶を濾取した。これをトルエンで再結晶し、6.4gのN-ナフチル-4-アミノジフェニルアミンが得られた。次に濃硫酸20mlを15℃に冷却し、亜硝酸ナトリウム3gを30℃以下で加え、溶解した後、酢酸100mlを加えた。これに氷冷下で5.0gのN-ナフチル-4-アミノジフェニルアミンを加え、室温で1時間攪拌した。別により化カリウム10gを70℃の水に溶かし、ここへ上述した反応物を添加した。70℃で30分攪拌した後、1lの水に注入し、不溶物を濾別した。これをシリカゲル（広島和光（株）社製C-200）を担持したカラムを用い、トルエンを展開溶媒として精製し、2.7gのN-（1-ナフチル）-4-ヨードジフェニルアミンを得た。

【0159】〈PD-05の合成〉実施例2で合成した9,10-ビス（1-ナフチルアミノフェニル）アントラセン1gとN-（1-ナフチル）-4-ヨードジフェニルアミン2g、炭酸カリウム5g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で60時間加熱した。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエン/ヘキサン=1/2を展開溶媒として精製した。さらにこれを0.01mmHgの真空中で昇華精製し、0.3gの淡黄色粉末を得た。FD-MSを測定した結果、C₉₀H₆₂N₄=1198に対し、1199（M+1）と599（l/2M）のピークが得られたので、PD-05と同定した。

【0160】〔実施例6〕

〈4-ヨード3'-メチルトリフェニルアミンの合成〉実施例5で、N-フェニル（1-ナフチル）アミンの代わりに（3-メチル）ジフェニルアミン（広島和光（株）社製）を用いた以外は同様に反応し、4-ヨード3'-メチルトリフェニルアミンを3.4g得た。

【0161】〈STBA-1の合成〉N,N'-ジフェニル-4,4'-ベンジジン（東京化成社製）1g、4-ヨード3'-メチルトリフェニルアミン3g、炭酸カリウム5g、銅粉末1gおよびニトロベンゼン100mlを300mlの三口フラスコ中に入れ、200℃で60時間加熱攪拌を行なった。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光（株）社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエン/ヘキサン=1/2を展開溶媒として精製した。さらにこれを0.01mmHgの真空中で昇華精

製し、0.2gの淡黄色粉末を得た。FD-MSを測定した結果、C₆₀H₄₆N₄=822に対し、823（M+1）と411（l/2M）のピークが得られたので、STBA-1と同定した。STBA-1の蛍光スペクトルを図1に示す。

【0162】〔実施例7〕

〈4-ヨード-4'-ニトロビフェニルの合成〉ビフェニル（広島和光社製）1500g、オルト過よう素酸（広島和光社製）444g、よう素987g、酢酸5.1kg、硫酸147mlおよび水975gを10lのコレンに入れ、70℃で2時間加熱攪拌を行なった。反応後、1.3kgの水を加え、析出した結晶を濾取した。これを5.5kgのエタノールで再結晶し、2010gの結晶を得た。これを酢酸14kg中に溶解し、発煙硝酸1.8lを80℃にて滴下し、8時間攪拌した。室温まで冷却した後、9.5kgのメタノールを加え、析出した結晶を濾取し、27kgのトルエンで再結晶し、580gの4-ヨード-4'-ニトロビフェニルを得た。

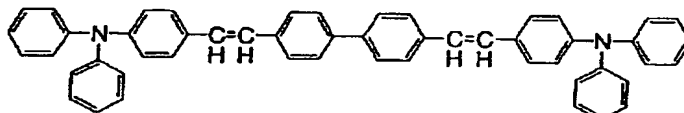
【0163】〈PT-01の合成〉ジフェニルアミン（広島和光社製）2kg、4-ヨード-4'-ニトロビフェニルを500g、無水炭酸カリウム500g、銅粉末20gおよびニトロベンゼン2lを10lのコレンに入れ、200℃で15時間加熱攪拌した。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエンを展開溶媒として精製し、340gの結晶を得た。これをDMF 7lに溶解し、5% Pd/C 30gとともに10lのオートクレーブに入れ、水素を25kg/cm²にチャージして50℃に昇温し、10~25kg/cm²に保ち8時間攪拌した。触媒を濾去し、濾液を水に投入し、析出物を濾取した。これをトルエン40lにて再結晶し、283gの結晶を得た。この250gと、p-フルオロニトロベンゼン（広島和光社製）280g、無水炭酸カリウム500g、銅粉末10gおよびニトロベンゼン1lを5lのコレンに入れ、200℃で32時間加熱攪拌した。

【0164】反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカゲル（広島和光社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエンを展開溶媒として精製し、194gの結晶を得た。これをDMF 4lに溶解し、5% Pd/C 30gとともに5lのオートクレーブに入れ、水素を25kg/cm²にチャージして50℃に昇温し、10~25kg/cm²に保ち8時間攪拌した。触媒を濾去し、濾液を水に投入し、析出物を濾取した。これをトルエン20lにて再結晶し、128gの結晶を得た。この100gと、ヨードベンゼン（広島和光社製）200g、無水炭酸カリウム250g、銅粉末5gおよびニトロベンゼン1lを5lのコレンに入れ、200℃で48時間加熱攪拌した。反応後、無機物を濾別し、母液の溶媒を留去した。その残渣をシリカ

101

ゲル（広島和光社製 C-200）を担持したカラムを用い、トルエン／ヘキサン＝1／2を展開溶媒として精製した。さらにこれを0.01mmHgの真空下で昇華精製し、23gの淡黄色粉末を得た。FD-MSを測定した結果、 $C_{60}H_{46}N_4 = 822$ に対し、823 (M+1)と411 (1/2M)のピークが得られたので、PT-01と同定した。

【0165】〔実施例8〕前述したPD-1を用いて有機EL素子を作製した。すなわち、まず、ガラスに被膜されたインジウム・スズ酸化物の透明性アノードを設けた。インジウム・スズ酸化物は約750オングストロームの厚さであり、ガラスは(25mm×75mm×1.1mm)のサイズであった。これを真空蒸着装置（日本真空技術(株)社製）に入れて、約 10^{-6} torrに減圧した。これにPD-01を600オングストロームの厚さで蒸着した。この際の蒸着速度は2オングストローム／秒であった。次にNPDを200オングストロームの厚さで蒸着した。この際の蒸着速度は2オングストローム／秒であった。次に発光材であるDPVTP（下記化学式91参照）および電子注入補助材であるDPA



DPAVBi

【0168】得られた素子を1000nitで発光させた時の駆動電圧は6.2Vだった。また100時間定電流駆動後の電圧上昇は0.4V、1000時間後の駆動電圧上昇は0.6V、半減寿命は600時間であった。なお、DPVTPのイオン化エネルギーは5.9eV、DPAVBiのイオン化エネルギーは5.5eVである。

【0169】〔実施例9〕実施例8においてPD-01の代わりにPD-02を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。得られた素子を1000nitで発光させた時の駆動電圧は6.0Vだった。また100時間定電流駆動後の電圧上昇は0.5V、1000時間後の駆動電圧上昇は0.7V、半減寿命は2000時間であった。

【0170】〔実施例10〕実施例8においてPD-01の代わりにPD-03を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。得られた素子を1000nitで発光させた時の駆動電圧は6.3Vだった。また100時間定電流駆動後の電圧上昇は0.4V、1000時間後の駆動電圧上昇は0.6Vであった。

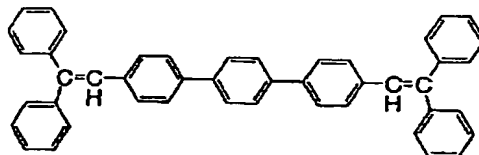
【0171】〔実施例11〕実施例8においてPD-01の代わりにPD-04を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。得られた素子を1000nitで発光させた時の駆動電圧は6.2Vだった。また100

102

VBi（下記化学式92参照）とを同時蒸着して400オングストロームの厚さの発光層を形成した。この際のDPVTPの蒸着速度は50オングストローム／秒であり、DPAVBiの蒸着速度は1オングストローム／秒であった。さらにAlqを蒸着速度2オングストローム／秒で蒸着した。最後にアルミニウムとリチウムとを同時蒸着することにより、陰極を2000オングストロームの厚さで形成した。この際のアルミニウムの蒸着速度は10オングストローム／秒であり、リチウムの蒸着速度は0.1オングストローム／秒であった。

【0166】

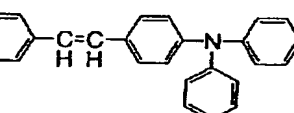
【化91】



DPVTP

【0167】

【化92】



時間定電流駆動後の電圧上昇は0.4V、1000時間後の駆動電圧上昇は0.7Vであった。

【0172】〔実施例12〕実施例8においてPD-01の代わりにPD-06を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。得られた素子を1000nitで発光させた時の駆動電圧は6.1Vだった。また100時間定電流駆動後の電圧上昇は0.5V、1000時間後の駆動電圧上昇は0.6V、半減寿命は2100時間と良好であった。

【0173】〔実施例13〕実施例8においてPD-01の代わりにSTBA-1を用いた以外は同様にして有機EL素子を作製した。得られた素子を1000nitで発光させた時の駆動電圧は6.1Vだった。また100時間定電流駆動後の電圧上昇は0.4V、1000時間後の駆動電圧上昇は0.6V、半減寿命は1200時間であった。このように、本発明の化合物(III)は、特に駆動電圧が低い上に、電圧上昇も小さく、半減寿命も長かった。この結果は、本発明の化合物(III)が、STBA-1に比べて、上記のような優れた特徴を有することを示している。

【0174】〔実施例14〕ITOをコートしたガラス基板（旭硝子社製15Ω/□ 1500オングストローム）を25mm×25mmに切り取り、ITO面側の中央にScotch社製のクリアテープ（幅12mm）を

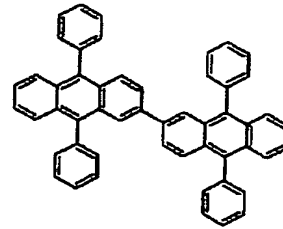
気泡が入らないように貼り、これを腐食液に浸漬してパターン形成を行なった。これを真空蒸着装置（日本真空技術（株）社製）に入れて、約 10^{-6} torr に減圧した。これに STBA-1 を 500 オングストロームの厚さで蒸着した。この際の蒸着速度は 2 オングストローム/秒であった。次に Alq を蒸着速度 2 オングストローム/秒で 500 オングストローム蒸着した。最後にマグネシウムと銀とを同時蒸着することにより、陰極を 2000 オングストロームの厚さで形成した。この際のマグネシウムの蒸着速度は 10 オングストローム/秒であり、銀の蒸着速度は 1 オングストローム/秒であった。さらに酸化保護膜として銀を 1000 オングストローム蒸着積層した。電極面積は $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ であった。得られた素子を 100 nit で発光させた時の駆動電圧は 4.8 V だった。また 100 時間定電流駆動後の電圧上昇は 0.8 V、1000 時間後の駆動電圧上昇は 1.3 V であった。

【0175】〔実施例 15〕実施例 8 において PD-01 の代わりに PT-01 を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。得られた素子を 1000 nit で発光させた時の駆動電圧は 6.2 V だった。また 100 時間定電流駆動後の電圧上昇は 0.3 V、1000 時間後の駆動電圧上昇は 0.5 V であった。

【0176】〔実施例 16〕実施例 8 と同様有機 EL 素子を作製した。但し、PD-01 の代わりに STBA-1 を用い、青色発光材料として、DPVTP の代わりに国際特許公報 WO98/30071（1998 年 7 月 9 日公開）号公報に開示されている下記化学式 93 に示された DPA2 を用いた。また、電荷注入補助材として、DPAVB i を添加した。この場合、1000 nit で発光させた時の駆動電圧は、6.3 V であった。また 100 時間定電流駆動後の電圧上昇は 0.4 V、1000 時間後の駆動電圧上昇は 0.7 V であり、半減寿命は 1200 時間であった。電荷注入補助材 DPAVB i が添加されていない後述する比較例 4 における有機 EL 素子と本実施例の有機 EL 素子とを比較したところ、本実施例の有機 EL 素子は発光材に電荷注入補助材を添加し、かつ一般式 (I) で表される化合物を正孔輸送帯域に用いているため、低電圧で駆動しながら定電流駆動後の電圧上昇も低減でき、さらに寿命も長いという特性が得られた。

【0177】

【化 93】



DPA2

【0178】〔実施例 17〕本実施例は、発光材としての使用例であり、インジウム・スズ酸化物で被覆されたガラス上に PD-05' を 800 オングストロームの厚さで蒸着した。次にアルミニウムとリチウムとを同時蒸着し、リチウムを 3 wt % 含有するアルミニウム・リチウム合金製の陰極を形成した。このようにして得られた発光素子に 6.0 V の電圧を印加したところ、400 nit の発光輝度が得られた。また、半減寿命は 300 時間であった。

【0179】〔実施例 18〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PD-35' を用いた以外はすべて同様にして、発光素子を作製した。得られた発光素子に 5.5 V の電圧を印加したところ、400 nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 340 時間であった。

【0180】〔実施例 19〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PD-36' を用いた以外はすべて同様にして、発光素子を作製した。得られた発光素子に 7.0 V の電圧を印加したところ、350 nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 250 時間であった。

【0181】〔実施例 20〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PD-38' を用いた以外はすべて同様にして、発光素子を作製した。得られた発光素子に 6.2 V の電圧を印加したところ、280 nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 400 時間であった。

【0182】〔実施例 21〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PD-44' を用いた以外はすべて同様にして、発光素子を作製した。得られた発光素子に 8.0 V の電圧を印加したところ、440 nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 460 時間であった。

【0183】〔実施例 22〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PD-49' を用いた以外はすべて同様にして、発光素子を作製した。得られた発光素子に 4.7 V の電圧を印加したところ、380 nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 340 時間であった。

【0184】〔実施例 23〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PD-54' を用いた以外はすべて同様にして、発光素子を作製した。得られた発光素子に 6.2 V の電圧を印加したところ、250 nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 280 時間であった。

【0185】〔実施例 24〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PT-01' を用いた以外はすべて同

様にして、発光素子を作製した。得られた発光素子に 5.3V の電圧を印加したところ、450nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 400 時間であった。

【0186】〔実施例 25〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PT-04' を用いた以外はすべて同様にして、有機 EL 素子を作製した。得られた発光素子に 5.6V の電圧を印加したところ、280nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 320 時間であった。

【0187】〔実施例 26〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PT-08' を用いた以外はすべて同様にして、有機 EL 素子を作製した。得られた発光素子に 4.8V の電圧を印加したところ、340nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 250 時間であった。

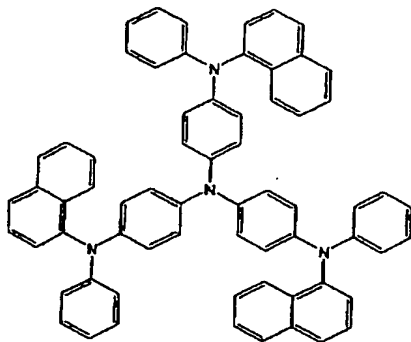
【0188】〔実施例 27〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PT-10' を用いた以外はすべて同様にして、有機 EL 素子を作製した。得られた発光素子に 5.7V の電圧を印加したところ、300nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 280 時間であった。

【0189】〔実施例 28〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PT-25' を用いた以外はすべて同様にして、有機 EL 素子を作製した。得られた発光素子に 6.2V の電圧を印加したところ、320nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 360 時間であった。

【0190】〔比較例 1〕実施例 8 における PD-01 の代わりに、下記化学式 94 で示される NPDATA を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。得られた素子を 1000nit で発光させた時の駆動電圧は 8.4V であった。また 100 時間定電流駆動後の電圧上昇は 0.5V、1000 時間後の駆動電圧上昇は 0.7V であった。

【0191】

【化 94】



NPDATA

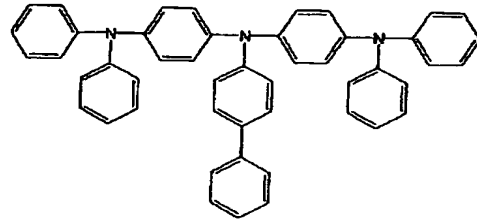
【0192】〔比較例 2〕実施例 8 における PD-01 の代わりに NPD を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。得られた素子を 1000nit で発光させた時の駆動電圧は 11.8V であった。また 100 時間定電流駆動後の電圧上昇は 1.4V、1000 時間後の駆動電圧上昇は 3.8V であった。

【0193】〔比較例 3〕実施例 8 における PD-01

の代わりに、下記化学式 95 で示される HI-01 を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製した。得られた素子を 1000nit で発光させた時の駆動電圧は 8.1V であった。また 100 時間定電流駆動後の電圧上昇は 0.5V、1000 時間後の駆動電圧上昇は 0.8V であった。

【0194】

【化 95】



HI-01

【0195】〔比較例 4〕実施例 16 と同様にして有機 EL 素子を作製した。但し、電荷注入補助材 DPAVB i は添加されていない。この場合、得られた素子を 1000nit で発光させた時の駆動電圧は 7.0V だった。また 100 時間定電流駆動後の電圧上昇は 1.2V、1000 時間後の駆動電圧上昇は 2.0V であった。このときの半減寿命は、800 時間であった。

【0196】〔比較例 5〕実施例 17 における PD-05' の代わりに STBA-1 を用いた以外は同様にして発光素子を作製した。得られた発光素子に 9.4V の電圧を印加したところ、170nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 20 時間であった。

【0197】上記の〔比較例 5〕の発光素子で得られた結果と、〔実施例 18〕～〔実施例 23〕の発光素子で得られた結果との比較から、STBA-1 を用いた場合には発光材としては寿命がきわめて短いことがわかった。これは、STBA-1 に電子が注入された際に、材料が劣化するためである。しかし、本願発明の一般式

(III) で表される化合物は、半減寿命間長く、電子注入に対して劣化しにくいことがわかった。従って、正孔輸送帯域であっても電子は少量ではあるが注入されるので、電子注入に対する耐性を有する一般式 (III) で表される化合物を正孔輸送帯域に用いることが好ましい。

【0198】〔比較例 6〕実施例 17 における PD-05' の代わりに PT-01 を用いた以外は同様にして発光素子を作製した。得られた発光素子に 8.9V の電圧を印加したところ、120nit の発光輝度が得られ、半減寿命は 30 時間であった。

【0199】上記の〔比較例 6〕における発光素子で得られた結果と〔実施例 24〕～〔実施例 28〕における発光素子で得られた結果との比較から、PT-01 で示される化合物は、電子注入に対する耐性が認められないが、PT-01 以外の一般式 (IV) および一般式 (V) で表される化合物には電子注入に対して耐性が認められ

た。ただし、PT-01を前記実施形態のように正孔輸送帯域に用いる場合には、電子注入量が小さく劣化もほとんど無いため問題にならない場合もあるが、さらに、電子注入耐性の高い一般式 (III)、(IV) および (V) で表される化合物を用いれば、発光素子自体の寿命を長くすることができる。

【0200】以上の結果から判るように、本発明の化合物を正孔輸送帯域に用いることにより、同じ輝度の発光を得るのに必要な電圧が著しく低減する長寿命の有機EL素子の作製が実現できた。また不純物が入らないよう 10 に精製した結果、駆動における電圧上昇もきわめて小さくなった。

【0201】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明によれば、イオン化ポテンシャルが小さくかつ正孔移動度が大きいフェニレンジアミン誘導体を得られる。また、このフェニレンジアミン誘導体を、一対の電極間の有機発光層内の正孔輸送層に含有するとともに、電荷注入補助材を添加しながら有機EL素子の有機発光層を形成することで、駆動電圧の低減と素子の長寿命化が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のフェニレンジアミン誘導体STBA-1の蛍光スペクトルを示す線図である。

【図1】

